



# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

## **ANÁLISE DA PRECISÃO E REPRODUTIBILIDADE DE UM SCANNER INTRAORAL - ESTUDO CLÍNICO**

Trabalho submetido por  
**Joana Tavares Martins**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Outubro de 2014**





# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **ANÁLISE DA PRECISÃO E REPRODUTIBILIDADE DE UM SCANNER INTRAORAL – ESTUDO CLÍNICO**

Trabalho submetido por

**Joana Tavares Martins**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

**Prof. Doutor José João Baltazar Mendes**

**Outubro de 2014**



**"Tudo parece impossível até que seja feito."**

**Nelson Mandela**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor José João Mendes, meu orientador, por toda a sua ajuda, motivação constante, confiança e disponibilidade, por todos os conselhos valiosos que me deu e pelo exemplo de pessoa que é;

Ao Mestre Paulo Monteiro e ao Dr. João Rua, por todos os ensinamentos, pela paciência, pelo contributo para o meu crescimento e pela confiança que depositaram em mim na concretização desta etapa;

Ao Eng. Alberto Alvarez, pela sua disponibilidade, empenho e partilha de conhecimentos indispensáveis à elaboração deste projecto;

À Joana Pereira, à Inês e Joana Madeira pela amizade, pelo carinho e por todas as vossas palavras de incentivo;

À Inês Santos e ao Bruno Neto, os meus pilares durante estes cinco anos de partilha, pela presença constante na minha vida, por me fazerem sempre sorrir e nunca desistir;

A todos os meus colegas e amigos, especialmente à Bia, à Kiki, à Juca, à Mafalda Bicha, à Mafalda Vilhena e ao Tiago pela vossa preocupação, pelo mimo e por estarem sempre presentes na minha vida.

A todos os participantes do presente estudo, por permitirem a sua concretização, pela vossa disponibilidade, motivação, interesse e boa disposição independentemente da hora.

Aos meus pais e irmã Carolina, as minhas grandes referências, por toda a dedicação e amor incondicional, pela paciência e apoio em todos os obstáculos. Por acreditarem cegamente em mim, hoje e sempre;

A toda a minha família e amigos, pelo constante encorajamento, pelo interesse e acompanhamento ao longo de todo o meu percurso académico;

À Raquel, à Mónica, à Catarina e à Marianne pela vossa amizade e porque embora nem sempre presentes, nunca se esqueceram de mim;

Ao Nuno, pela enorme paciência, pelo amor e amizade, e por me ensinar a simplificar o complicado.

A todos, muito obrigada!







## RESUMO

**Objectivos:** Avaliar clinicamente a precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral, *True Definition Scanner*.

**Materiais e métodos:** A uma amostra de nove pacientes foram realizadas semanalmente impressões digitais com o *scanner* intraoral, *True Definition Scanner*, por um período de 12 semanas. As imagens foram importadas para um *software* de análise tridimensional, Geomagic Control 2014, as quais foram sobrepostas entre si para avaliar a precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral. Na análise estatística foram utilizados testes ANOVA *one-way*, ANOVA *two-way*, teste de Mann-Whitney e análise de regressão  $p \leq 0,05$  (Minitab V17).

**Resultados:** O *True Definition Scanner* demonstrou elevada reprodutibilidade no decurso do tempo (94% dos pontos repetem-se numa comparação tridimensional com uma diferença de 30  $\mu\text{m}$ ). Quanto ao factor arcada, a maxila apresentou melhores resultados de precisão que a mandíbula. O paciente representa um dos factores responsáveis pela variabilidade encontrada, no entanto, a distância interincisal máxima não influenciou a reprodutibilidade. Mais de 77% da variabilidade observada é explicada pela combinação dos factores quadrante e paciente.

**Conclusão:** O *scanner* intraoral *True Definition Scanner* apresentou precisão e reprodutibilidade elevadas para ser aplicado clinicamente.

**Palavras-chave:** *Scanner* intraoral; Impressão digital; Precisão.

## ABSTRACT

**Objectives:** To evaluate the precision and reproducibility of an intraoral scanner, *True Definition Scanner*, under clinical conditions.

**Materials and methods:** Nine patients received a weekly intraoral scan with *True Definition Scanner* during 12 weeks. Virtual models provided were imported into Geomagic Control 2014. Corresponding models from each patient were aligned in order to evaluate the precision and reproducibility of the *scanner* intraoral. In the statistical analysis, *one-way* ANOVA, *two-way* ANOVA, Mann-Whitney test and a regression analysis with  $p \leq 0,05$  (Minitab V17) were used.

**Results:** The *True Definition Scanner* showed high reproducibility over time (94% of dots are repeated in a three-dimensional comparison with a difference of 30 microns). Regarding the dental arch factor, the maxilla showed a better precision the jaw. The patient is one of the factors responsible for the variability, however, the maximum interincisal distance does not influence the reproducibility. Over 77% of the observed variability is explained by the combination of the quadrant and patient factors.

**Conclusion:** The *True Definition Scanner* showed high accuracy and reproducibility to be applied clinically.

**Keywords:** Intraoral scanner; Digital impression; Precision.



## ÍNDICE GERAL

I. Introdução.....	20
1. Impressões Convencionais .....	20
1.1 Evolução .....	20
1.2 Precisão.....	22
2. Técnica Digital.....	23
2.1 Sistemas CAD/CAM.....	24
2.2 Fluxos de Trabalho.....	25
2.3 Tecnologias Ópticas .....	27
2.3.1 Microscopia Confocal .....	27
2.3.2 Triangulação Activa e Passiva.....	28
2.3.3 Tomografia por Coerência Óptica .....	29
2.3.4 Accordion Fringe Interferometry (AFI) .....	30
2.3.5 Active Wavefront Sampling .....	31
2.4 Scanners Intraorais .....	31
2.4.1 CEREC® por Sirona Dental System GMBH (Alemanha).....	33
2.4.2 E4D por D4D Technologies LLC (USA) .....	36
2.4.3 iTero por Cadent LTD (Israel).....	37
2.4.4 Lava™ Chairside Scanner Oral (C.O.S) pela 3M ESPE (USA) .....	39
2.4.5 3M™ True Definition Scanner pela 3M ESPE (USA).....	41
2.5 Perspectiva Laboratorial.....	43
2.6 Precisão e Reprodutibilidade.....	44
3. Comparação das Técnicas de Impressão.....	47
3.1 Na óptica do médico dentista .....	48
3.2 Na perspectiva do paciente.....	50
3.3 Passos inerentes ao processo de fabrico .....	51

II. Objectivo.....	54
III. Hipóteses de Estudo .....	55
IV. Materiais e Métodos .....	56
1. Questões Éticas .....	56
2. Amostra.....	56
3. Protocolo .....	57
V. Resultados.....	65
VI. Discussão.....	73
VII. Conclusões .....	77
VIII. Bibliografia .....	80
IX. Anexos	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Funcionamento da tecnologia óptica <i>According Fringe Interferometry</i> (Logozzo <i>et al.</i> , 2013) .....	30
Figura 2 - Funcionamento da tecnologia óptica <i>Active Wavefront Sampling</i> (Logozzo <i>et al.</i> , 2013) .....	31
Figura 3 - Sistema CEREC <sup>®</sup> (Logozzo <i>et al.</i> , 2013) .....	35
Figura 4 - Sistema E4D (Güth <i>et al.</i> , 2010).....	36
Figura 5 - Sistema iTero (Radz, 2009) .....	38
Figura 6 - Digitalização intraoral e registo de mordida como sistema iTero (Polido, 2010) .....	39
Figura 7 - Sistema Lava C.O.S. (Radz, 2009) .....	40
Figura 8 - "3M <sup>TM</sup> True Definition Scanner", 2012.....	42
Figura 9 - Comparação entre o fluxo de trabalho digital e convencional no âmbito da realização das impressões digitais (esquema adaptado de Patzelt <i>et al.</i> , 2014) .....	47
Figura 10 - 3M <sup>TM</sup> <i>True Definition Scanner</i> .....	57
Figura 11 - Polimento dentário e lavagem das superfícies dentárias. ....	58
Figura 12 - Isolamento da cavidade oral com Optragate <sup>®</sup> e secagem das superfícies dentárias. ....	58
Figura 13 - Revestimento das superfícies e digitalização intraoral. ....	59
Figura 14 - Registo oclusal digital e limpeza das superfícies dentárias. ....	59
Figura 15 - Imagem tridimensional obtida após digitalização intraoral. ....	60

Figura 16 - Corte das imagens tridimensionais por planos (Geomagic Control 2014) . 61

Figura 17 - Sobreposição segundo o algoritmo *best-fit* (Geomagic Control 2014)..... 61

Figura 18 - Evolução das impressões digitais ao longo das semanas de estudo obtidas a partir do 3º quadrante do mesmo paciente e a respectiva escala utilizada, em mm.62

Figura 19 - Evolução das impressões digitais ao longo das semanas de estudo obtidas a partir do 2º quadrante do mesmo paciente e a respectiva escala utilizada, em mm.63

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos fluxos de trabalho, adaptado de Logozzo <i>et al.</i> , 2013.....	26
Tabela 2 - Resumo das características técnicas de impressão digital disponíveis actualmente no mercado (Ting-shu & Jian, 2014) .....	33
Tabela 3 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional <i>versus</i> digital segundo a óptica de médico dentista. ....	49
Tabela 4 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional <i>versus</i> digital segundo a perspectiva do paciente. ....	50
Tabela 5 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional <i>versus</i> digital do ponto de vista do processo de fabrico. ....	53
Tabela 6 - Teste ANOVA <i>one-way</i> .....	67
Tabela 7 - Teste de Mann-Whitney .....	68
Tabela 8 - Teste ANOVA <i>one-way</i> .....	68
Tabela 9 - Teste ANOVA <i>one-way</i> .....	69
Tabela 10 - Teste ANOVA <i>one-way</i> .....	70
Tabela 11 - Análise de regressão .....	71
Tabela 12 - Teste ANOVA <i>two-way</i> .....	72
Tabela 13 - Teste ANOVA <i>two-way</i> .....	72





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos valores médios por paciente (%).....	67
Gráfico 2 - Distribuição dos valores médios por quadrante (%) .....	68
Gráfico 3 - Distribuição dos valores médios por semana (%).....	69
Gráfico 4 - Distribuição dos valores médios da distância interincisal máxima (%).....	70



## LISTA DE ABREVIATURAS

**3D** - Tridimensional

**CAI** – *Computer-aided impressioning*

**CAD** – *Computer-aided design*

**CAM** – *Computer-aided manufacturing*

**CUISCSEM** - Clínica Universitária do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

**gr** – gramas

**ISCSEM** – Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

**MIC** – máxima intercuspidação

**mm** – milímetro

**SLA** - estereolitografia

**STL** – *Standard Tessellation Language*

**µm** – micrómetro



## I. Introdução

De acordo com o *The Glossary of Prosthodontic Terms* (2005), uma “impressão” é definida como um negativo ou cópia reversa da superfície de um objecto. É um registo das peças dentárias e das estruturas adjacentes para uso no âmbito da medicina dentária.

A obtenção de uma impressão dentária precisa é um dos procedimentos mais importantes e demorados na prática da medicina dentária. Durante este processo, é fundamental garantir a reprodução da condição intraoral com a maior precisão possível, visto que erros cometidos nesta fase poderão representar graves consequências na qualidade da restauração final (Patzelt, Lamprinos, Stampf & Att, 2014).

### 1. Impressões Convencionais

Clinicamente, são muitos os tipos de materiais de impressão elásticos disponíveis para uso no âmbito da medicina dentária. De um modo geral, eles podem ser divididos em dois grandes grupos: os materiais de impressão hidrocolóides, onde estão incluídos o agar-agar e o alginato (sendo este último muito popular entre os médicos dentistas pela sua relação qualidade-preço) e os elastómeros, grupo que inclui os polissulfetos, os silicones de condensação, os silicones de adição e os poliéteres (Chen, Liang & Chen, 2004).

#### 1.1 Evolução

Os procedimentos para a tomada de impressões dentárias e obtenção de modelos de estudo evoluíram bastante desde a sua introdução no início de 1700. Philipp Pfaff foi o primeiro a descrever uma técnica de tomada de impressões com cera aquecida para se obter uma reprodução negativa das arcadas dentárias vazada de seguida com gesso Paris. Em 1839, Chapin A. Harris defendeu o uso do gesso Paris calcinado para fabricar modelos a partir de impressões em cera. Em meados do século XIX, materiais como o gesso Paris, a *gutta-percha* e um composto termoplástico, obtido através da combinação de diferentes tipos de cera, tornaram-se populares na realização de impressões (Glenner, 1997).

Em meados da década de 1930, a introdução do alginato hidrocolóide reversível e mais tarde do alginato hidrocolóide irreversível revolucionaram a forma como as impressões eram realizadas até à data (Peluso, Josell, Levine & Lorei, 2004; Sharma, Agarwal, Sharma, Kumar & Glodha, 2014).

Estes materiais eliminavam muitas das insuficiências em relação aos utilizados anteriormente, exibindo uma estabilidade dimensional razoável e de uso fácil, mantendo uma boa relação custo-benefício (Peluso *et al.*, 2004).

Apesar dos progressos que decorreram nos anos seguintes, ainda nos dias de hoje, o alginato hidrocolóide irreversível se mantém como um dos materiais de impressão mais comumente utilizados no consultório dentário (Peluso *et al.*, 2004).

No final de 1950, foi introduzido como material de impressão o polissulfeto, originalmente desenvolvido no sentido de superar alguns dos problemas dos materiais hidrocolóides. No entanto, os polissulfetos eram materiais pouco higiénicos, detinham sabor e odor desagradáveis, apresentavam elevado tempo de presa intraoral e sofriam alterações dimensionais após remoção da impressão da boca do paciente, como resultado da polimerização contínua através da evaporação da água e contracção em direcção à moldeira, dando origem a modelos mais largos e curtos relativamente aos dentes impressos (Birnbaum & Aaronson, 2008; Sharma *et al.*, 2014).

A introdução, em 1965, do poliéter Impregum pela empresa ESPE, como o primeiro elastómero a ser desenvolvido especificamente para uso no âmbito da medicina dentária, proporcionou as vantagens de um material com tempo de presa relativamente rápido, excelente fluidez, distinta reprodução de detalhes, resistência adequada aquando da remoção da cavidade oral, alta hidrofilicidade e baixa contracção (Birnbaum & Aaronson, 2008; Polido, 2010).

Actualmente, este material ainda é utilizado em várias formulações, embora apresente problemas de sabor e odor desagradáveis, alto módulo de elasticidade (rigidez) o que implica, muitas vezes, dificuldade na remoção das impressões da boca do paciente e exigência no vazamento dos modelos num período de 48 horas após a impressão por motivos de absorção de água em condições de grande humidade, o que pode levar à distorção da impressão (Birnbaum & Aaronson, 2008).

Mais tarde, foram desenvolvidos os silicones de condensação, no entanto, também eles sofriam problemas ao nível da estabilidade dimensional. A criação dos silicones de adição, permitiu resolver os problemas de estabilidade dimensional, sabor e odor desagradáveis, módulo de elasticidade elevado e oferecer ainda excelente resistência do material aquando da remoção da cavidade oral, maior fluidez e menor de distorção, mesmo quando os modelos não eram vazados num curto espaço de tempo. Contudo, a sua maior desvantagem é tratarem-se de materiais hidrofóbicos, o que pode impedir que os pormenores sejam devidamente registados em caso de problemas de hemostase e/ou problemas no controlo da humidade durante a realização da impressão (Birnbaum & Aaronson, 2008).

Para além dos diversos problemas inerentes à precisão dos próprios elastómeros, grandes distorções podem ocorrer por erros cometidos durante a mistura dos materiais, na técnica de impressão propriamente dita, na utilização de moldeiras de impressão não rígidas, durante o envio da impressão para o laboratório dentário (muitas vezes as impressões ficam sujeitas a grandes variações de temperatura) ou no controlo da humidade no laboratório dentário (Birnbaum & Aaronson, 2008).

## **1.2 Precisão**

A precisão de uma impressão depende, entre outros factores, do material utilizado, do tipo de moldeira escolhida e da técnica aplicada. Cada passo deste processo, introduz um potencial erro humano e/ou material (Yuzbasioglu, Kurt, Turunc & Bilir, 2014).

Desta forma, dependendo da técnica e do material utilizado pelo médico dentista, verificam-se algumas variações tanto nas impressões como nos modelos que resultam das mesmas (Alhourri, McCord & Smith, 2004). A precisão dos modelos de estudo tem sido alvo de inúmeros estudos, visto que se encontra dependente de vários parâmetros, os quais incluem a relação água/pó, o vazamento manual ou a vácuo, o tipo de gesso utilizado e a sua compatibilidade com os materiais de impressão (Yuzbasioglu *et al.*, 2014).

Em 1989, Peutzfeldt e Asmussen compararam a precisão entre os elastómeros e o alginato e concluíram que este último apresentava um grau de precisão comparável ao demonstrado pelos elastómeros. Num estudo de Craig, Urquiola e Liu (1990), onde mais de 39 tipos de elastómeros foram comparados, o silicone de adição foi o material que



exibiu maior estabilidade quando comparado com o polissulfeto, com o silicone de condensação e com o poliéter num período de 24 horas. Federick e Caputo (1997), compararam no seu estudo alguns elastómeros com agar-agar e não encontraram diferenças significativas na precisão do molde feito com um poliéter e com dois agar-agar.

Muitos foram os estudos que sugeriram o potencial do alginato para substituir os elastómeros como material de impressão. Contudo, se a perda de água e formação de rugosidades na superfície forem consideradas, as propriedades dos elastómeros serão superiores às apresentadas pelo alginato (Chen *et al.*, 2004).

Por um lado, o alginato possui propriedades de evaporação, pelo que, se não for colocado num local de armazenamento bem fechado, contrai consideravelmente perdendo a sua elasticidade. Por outro, poderá sofrer expansão através da absorção de água. Estes fenómenos causam não só grandes discrepâncias, como dificultam a separação do modelo da impressão. Desta forma, o alginato deverá ser armazenado em condições de 100% de humidade relativa (Chen *et al.*, 2004; Imbery, Nehring, Janus, & Moon, 2010).

Num estudo conduzido por Lin, Ziebert, Donegan, e Dhuru (1988), onde foi comparada a precisão dos elastómeros, o poliéter demonstrou ser o material mais preciso seguido do silicone, polissulfeto, alginato e agar-agar. Actualmente, os elastómeros continuam a ser considerados os materiais mais populares e aceites entre os médicos dentistas (Chen *et al.*, 2004).

## **2. Técnica Digital**

Desde a introdução das impressões digitais e dos sistemas de digitalização intraoral na prática da medicina dentária, em meados dos anos 80, que muitas empresas têm inovado no sentido de criar sistemas de digitalização intraoral capazes de produzir restaurações dentárias com elevada precisão. O uso destes dispositivos está a aumentar de forma exponencial em todo o mundo, o que representa uma mudança de paradigma na forma como as impressões dentárias são realizadas (Birnbaum & Aaronson, 2008).

## 2.1 Sistemas CAD/CAM

Desde a introdução da tecnologia *computer-aided design* (CAD) e *computer aided manufacturing* (CAM) no início dos anos 80, que foi observada uma evolução contínua destes sistemas com aumento exponencial das suas indicações (Güth, Keul, Stimmelmayer, Beuer & Edelhoff, 2013).

Os sistemas CAD/CAM são compostos por três componentes principais: uma unidade de aquisição de imagem, que recolhe os dados da região da preparação e das estruturas vizinhas e os converte, em seguida, em impressões digitais; um *software* para a projecção das restaurações virtuais e para a definição de todos os parâmetros de fresagem; e uma unidade de fresagem para o fabrico da restauração final a partir de blocos do material restaurador escolhido (Galhano, Pellizzer & Mazaro, 2012). Os dois primeiros constituintes do sistema desempenham funções importantes na fase CAD enquanto o elemento terceiro é responsável pela fase CAM (Ting-shu & Jian, 2014).

O processo de aquisição de imagem constitui a base para o desenvolvimento dos processos seguintes. Nele, as imagens tridimensionais são recolhidas recorrendo a diferentes tecnologias tais como digitalização por contacto, detecção a *laser*, ou mais recentemente, por meio de câmeras ópticas (Patzelt, Emmanouilidi, Stampf, Strub & Att 2013).

Actualmente, são vários os programas de *software* CAD disponíveis no mercado para a projecção das restaurações dentárias virtuais 3D. O grau de interacção necessária do clínico com o sistema CAD/CAM para idealizar uma restauração é variável, desde uma interacção substancial até à necessidade de não ser efectuada qualquer alteração. Mesmo nos sistemas mais automatizados, o clínico tem geralmente a opção de modificar a restauração concebida de modo a ajustá-la às suas preferências. Tal como os sistemas de aquisição de dados, também os programas de *software* são geralmente propriedade do sistema CAD/CAM pelo que não podem ser permutados para outros sistemas. Após a conclusão do projecto da restauração, o *software* CAD transforma o modelo virtual num conjunto de comandos específicos. Estes, por sua vez, são conduzidos para uma unidade CAM, que fabrica a restauração projectada (Uzun, 2008).

A unidade CAM utiliza um conjunto diversificado de tecnologias guiadas por computador para fabricar as restaurações dentárias. Os primeiros sistemas dependiam quase

exclusivamente da redução de material de um bloco pré-fabricado para criar a forma da restauração desejada, designado como método de subtracção. O fabrico da restauração segundo esta abordagem pode criar formas completas de um modo eficaz, mas à custa de desperdícios de grandes quantidades de material, visto que aproximadamente 90% do bloco pré-fabricado é removido para criar a restauração dentária. Como alternativa, surgiu o método de adição que começa a ser utilizado nos sistemas de CAD / CAM nos dias de hoje no âmbito da medicina dentária. Ao contrário do método anterior, e em vez da utilização de uma ferramenta de corte, o sistema sinteriza o material, construindo a peça a partir de um "banho" de cerâmica ou de pó de metal e adicionando o material de forma contínua até a peça estar completa. Neste conceito, não se verificam desperdícios de material. Alguns dos sistemas CAD/CAM disponíveis comercialmente usam uma combinação entre os dois métodos descritos (Uzun, 2008).

Os sistemas CAD/CAM podem ser divididos em sistemas abertos ou fechados mediante a sua capacidade de partilha do arquivo final (Correia, Fernandes, Cardoso e Silva, 2006). Os sistemas fechados englobam todos os procedimentos CAD/CAM, incluindo a aquisição de dados, o *design* virtual e o fabrico da própria restauração. Todos os passos são integrados no sistema único não havendo permutabilidade entre sistemas diferentes. Por outro lado, em sistemas abertos é possível que os arquivos digitais originais sejam manipulados por diferentes *softwares* CAD e dispositivos CAM (Ting-shu & Jian, 2014).

## 2.2 Fluxos de Trabalho

Alguns autores (Birnbaum & Aaronson, 2008; Güth *et al.*, 2013) defendem que a impressão digital pode ser criada segundo dois métodos, directamente através da digitalização intraoral ou indirectamente pela digitalização dos modelos obtidos a partir de impressões convencionais. Se a digitalização for realizada directamente a partir da cavidade oral do paciente, os dados obtidos serão enviados electronicamente para uma unidade de fresagem, que recorre a esses ficheiros para fabricar o modelo eliminando passos intermédios envolvidos no método convencional de tomada de impressões.

Logozzo, Zanetti, Franceschini, Kilpelä & Mäkynen (2013), de acordo com o estado da arte, classifica os fluxos de trabalho na dentisteria restauradora em três grupos distintos (Tabela 1):

- Fluxo de trabalho tradicional;
- Ex-fluxo de trabalho digital
  - O termo "ex" é utilizado para distinguir este método do mais recente, fluxo de trabalho rápido digital. O ex-fluxo de trabalho digital pode ser utilizado por um médico dentista que possua um *scanner* intraoral (independente) não acoplado a uma unidade de fresagem no seu consultório.
- Fluxo de trabalho rápido digital
  - Este fluxo de trabalho requer a utilização de um *scanner* intraoral acoplado a uma fresadora no consultório do médico dentista.

FLUXO DE TRABALHO TRADICIONAL	EX-FLUXO DE TRABALHO DIGITAL	FLUXO DE TRABALHO RÁPIDO DIGITAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O médico dentista realiza a impressão convencional recorrendo ao uso de moldeiras e materiais de impressão;</li> <li>• O médico dentista envia as moldeiras para o laboratório de prótese dentária;</li> <li>• O técnico de prótese dentária efectua o vazamento a gesso;</li> <li>• Após a presa tomada, ele digitaliza o modelo de gesso de modo a obter um modelo digital 3D da arcada completa;</li> <li>• O técnico de prótese dentária pode projectar a prótese através de sistemas CAD/CAM e enviar o ficheiro para uma fresadora;</li> <li>• A fresadora produz a restauração;</li> <li>• A restauração final é entregue pelo dentista e adaptada na boca do paciente de forma a verificar e ajustar a oclusão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O médico dentista realiza a impressão digital recorrendo a um scanner intraoral;</li> <li>• O médico dentista envia a prescrição digital para um laboratório;</li> <li>• O laboratório faz o <i>download</i> do arquivo digital e usa <i>software</i> personalizado para cortar digitalmente e assinalar as margens;</li> <li>• O modelo de estereolitografia (SLA) é gerado utilizando sistemas de CAD / CAM;</li> <li>• O técnico de prótese dentária pode optar pela técnica de acabamento que preferir (manual ou digital);</li> <li>• A unidade de fresagem produz a restauração;</li> <li>• A restauração final é enviada para o médico dentista para ser ajustada e entregue ao paciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O médico dentista realiza a impressão digital por meio de um dispositivo de digitalização intraoral;</li> <li>• O médico dentista projecta a restauração e o software gera automaticamente o programa a desenvolver pela unidade de fresagem;</li> <li>• A restauração final é fresada em poucos minutos;</li> <li>• O médico dentista adapta a restauração final.</li> </ul>

Tabela 1 - Classificação dos fluxos de trabalho, adaptado de Logozzo *et al.*, 2013.

## 2.3 Tecnologias Ópticas

Hoje em dia, são vários os sistemas de digitalização intraoral utilizados em todo o mundo no âmbito da medicina dentária restauradora. Estes dispositivos são baseados em diferentes tecnologias ópticas sem contacto, como a microscopia confocal, a técnica de triangulação activa e passiva, a tomografia de coerência óptica, a técnica de “accordion fringe interferometry” e a de “active wavefront sampling” (Logozzo *et al.*, 2013).

De um modo geral, todos estes sistemas de digitalização combinam mais do que uma das técnicas de imagiologia acima citadas no sentido de minimizar o ruído que surge aquando da digitalização intraoral (relacionado com as características ópticas das superfícies alvo, como a translucidez e a reflectividade, sejam elas as superfícies dentárias, os tecidos moles, as resinas, entre outros), minimizar a humidade e eventuais movimentos relativos. Além disso, são também empregues diversas tipologias de fontes de luz estruturada e de componentes ópticos (Logozzo *et al.*, 2013).

### 2.3.1 Microscopia Confocal

O princípio da microscopia confocal a *laser* (em inglês, Confocal Laser Scanning Microscopy – CLSM ou LSCM) foi originalmente patenteado por Marvin Minsky, em 1961, mas foram necessários mais de 30 anos e o desenvolvimento de *lasers* para que esta tecnologia se tornasse numa técnica padrão, no final da década de 1980 (Logozzo *et al.*, 2013).

Esta técnica permite obter imagens de alta resolução a partir de profundidades seleccionadas, um processo conhecido como seccionamento óptico (Pawley, 2006). O CLSM atinge uma profundidade de foco controlada e altamente limitada. As imagens são adquiridas ponto-a-ponto e reconstruídas tridimensionalmente por um computador (Logozzo *et al.*, 2013).

Enquanto um microscópio convencional permite visualizar apenas a amostra até ao limite em que a luz consegue penetrar, um microscópio confocal obtém as imagens a um nível de profundidade de cada vez. Deste modo, esta tecnologia resulta em imagens mais nítidas do que as obtidas a partir de técnicas de microscopia de fluorescência convencional,

permitindo a obtenção de imagens localizadas em planos a diferentes profundidades dentro da amostra (Pawley, 2006).

Digitalizações mais lentas permitem melhorar o coeficiente sinal-ruído, resultando em melhor contraste e resolução mais elevada. As informações podem ser recolhidas a partir de diferentes planos focais, aumentando ou diminuindo a mesa do microscópio ou a lente da objectiva. O computador pode gerar uma imagem tridimensional a partir de uma amostra através da montagem do conjunto de imagens bidimensionais, obtidas a partir de planos focais sucessivos (Pawley, 2006).

### **2.3.2 Triangulação Activa e Passiva**

A triangulação é uma técnica sem contacto que permite a recolha digital de dados sobre a configuração de um objecto tridimensional e a construção de modelos 3D digitais, utilizados para inúmeras aplicações. Podem ser utilizadas tanto técnicas de triangulação passiva como de triangulação activa (Logozzo *et al.*, 2013).

Nos métodos de triangulação activa, a radiação é projectada sobre uma superfície, e o seu reflexo é detectado, a fim de calcular a posição do objeto alvo. Em métodos de triangulação passivos nenhum tipo de radiação é emitida pelo dispositivo de digitalização e o sistema é baseado apenas na detecção da radiação reflectida pelo ambiente (Logozzo *et al.*, 2013).

Esta técnica baseia-se na transformação de duas imagens estereoscópicas, obtidas a partir de duas câmaras, cujas respectivas posições e angulações são conhecidas. Esta informação é necessária para identificar os pontos com as características correspondentes das duas imagens e para aplicar triangulação (Logozzo *et al.*, 2013).

A triangulação passiva oferece a maior precisão entre os sistemas de visão deste tipo (Logozzo *et al.*, 2013). No entanto, e apesar do uso de três câmaras reduzir a ambiguidade, superfícies de baixo contraste, sem traços característicos e que dispersam a luz de forma irregular ou não a refletem, influenciam negativamente a precisão dos *scanners* que se baseiam nesta tecnologia óptica. De forma a favorecer uma dispersão de luz uniforme e de aumentar a precisão da digitalização deve ser aplicado um revestimento em pó (dióxido de titânio) sobre as superfícies dentárias (Syrek *et al.*, 2010). A principal vantagem destes

sistemas é o seu custo reduzido e a utilização de um princípio de funcionamento simples, idêntico ao do olho humano (Logozzo *et al.*, 2013).

O problema que afecta ambos os métodos de triangulação é a oclusão, na medida em que existe sempre uma área da superfície alvo invisível para o *laser* (*laser* de oclusão) e/ou para a câmara (câmara de oclusão). Uma possível solução teórica seria manter o ângulo de triangulação tão pequeno quanto possível, no entanto, prejudicaria a precisão. Desta forma, deverá ser alcançado um bom equilíbrio entre a mínima oclusão e uma boa precisão. A precisão obtida é igualmente afectada pela reflectividade da superfície de objectos medidos (Kalová & Lisztwan, 2006).

### 2.3.3 Tomografia por Coerência Óptica

A OCT, tomografia por coerência óptica, (em inglês, optical coherent tomography) é uma técnica de interferometria que permite obter imagens a partir de uma secção transversal da estrutura interna dos objectos alvo, como de tecidos biológicos (Logozzo *et al.*, 2013).

Quando o sistema de OCT é utilizado para analisar uma secção interna de um tecido, o sistema deve operar segundo uma variação do espectro que proporcione penetração suficiente da luz. Se uma fonte emitisse comprimentos de onda curtos (azul e violeta), a técnica de imagem OCT estaria limitada a camadas superficiais inferiores a centenas de micrómetros de espessura. Desta forma, esse intervalo de espectro deveria ser utilizado para analisar a superfície do tecido (Logozzo *et al.*, 2013).

O comprimento de onda da fonte ideal não pode ser determinado exclusivamente por considerações sobre a profundidade de penetração. A retrodifusão e a absorção óptica são variáveis dependentes do comprimento de onda, o que pode contribuir igualmente para o contraste das imagens obtidas por este sistema. De acordo com as equações e princípios de OCT, o sinal de interferência é proporcional à raiz quadrada da energia reflectida a partir do objecto alvo e quanto maior for a largura de banda de emissão da fonte, melhor será a resolução e o contraste alcançados (Logozzo *et al.*, 2013).

### 2.3.4 Accordion Fringe Interferometry (AFI)

*Accordion Fringe Interferometry* (AFI) é uma tecnologia que estende a tradicional interferometria a *laser* linear a três dimensões. O trabalho original em AFI foi realizado no Laboratório Lincoln, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento federal financiado pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) (Logozzo *et al.*, 2013).

Nesta técnica, duas fontes pontuais iluminam um objeto e criam um padrão de interferência em franja. Uma câmara digital de alta precisão é usada para registrar a curvatura das franjas, a partir de um deslocamento do projector (Figura 1). O grau de curvatura da franja aparente, juntamente com a geometria conhecida entre a câmara e a fonte de *laser*, permite aos algoritmos AFI digitalizar a superfície do objeto (Logozzo *et al.*, 2013).

A tecnologia AFI emprega luz *laser* e utiliza o padrão de interferência criado a partir de múltiplas fontes de *laser* para gerar um padrão em franja perfeitamente focado e altamente preciso sobre o objeto alvo (Logozzo *et al.*, 2013).

A tecnologia AFI oferece muitas vantagens em relação aos *scanners* “white light” (scanners de luz branca, mais antigos) que incluem: uma menor sensibilidade às variações ambientais de luz e ruído, elevada precisão, grande profundidade de campo, maior capacidade para digitalizar superfícies brilhantes e uma maior aptidão para capturar imagens sem limites e sistemas fotogramétricos (Logozzo *et al.*, 2013).

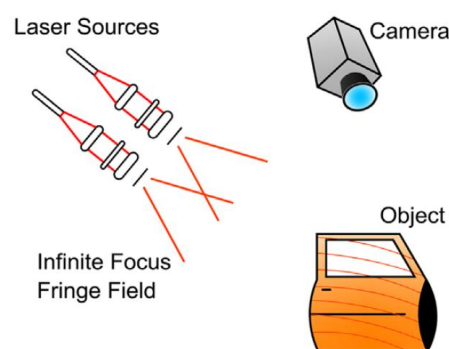


Figura 1 - Funcionamento da tecnologia óptica *According Fringe Interferometry* (Logozzo *et al.*, 2013)



### 2.3.5 Active Wavefront Sampling

*Active Wavefront Sampling* (AWS) é uma técnica de imagem que baseia a aquisição da informação tridimensional num único sistema de lentes. Através do mesmo, a profundidade é medida com base na desfocagem do sistema óptico primário (Syrek *et al.*, 2010).

Na sua forma mais simples, a técnica AWS consiste numa abertura fora do eixo que se move segundo uma trajectória circular em torno do eixo óptico (Figura 2). Este movimento produz a rotação dos pontos alvo sobre um círculo no plano de imagem. A informação de profundidade pontos alvo é obtida a partir do raio do padrão circular produzido por cada ponto (Logozzo *et al.*, 2013).

Em teoria, esta técnica de imagem permite o funcionamento em 3D a qualquer sistema que possua uma câmara digital, eliminando a necessidade da utilização de múltiplas câmaras para a aquisição de geometrias 3D (Logozzo *et al.*, 2013).

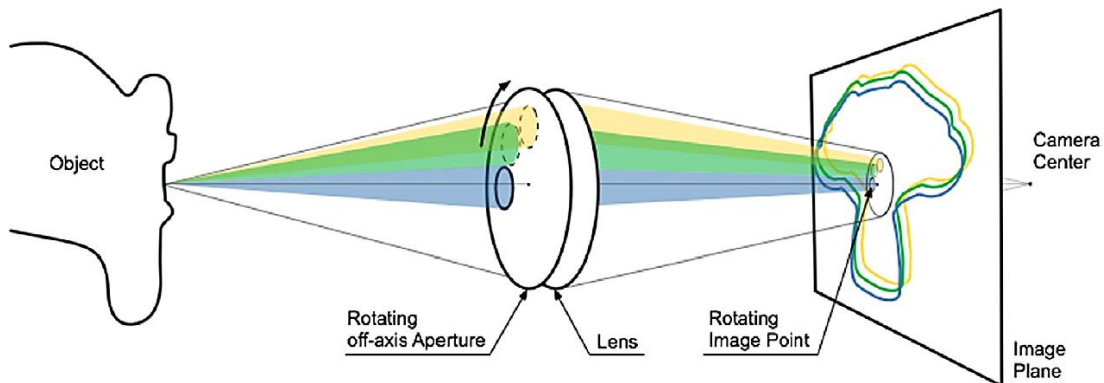


Figura 2 - Funcionamento da tecnologia óptica *Active Wavefront Sampling* (Logozzo *et al.*, 2013)

## 2.4 Scanners Intraorais

A introdução dos *scanners* intraorais veio revolucionar e simplificar o processo de digitalização na medida em que permitiu ao médico dentista a aquisição de imagens de forma directa sem a necessidade de recorrer a impressões convencionais, vazamento a gesso e à sua digitalização a partir do *scanner* do laboratório. Desta forma, o tempo necessário tanto para a digitalização intraoral, denominada por *Computer-aided*

*impressioning* (CAI), como para processo de fabrico é reduzido e potenciais erros de expansão, contracção, distorção dos materiais de impressão e/ou do modelo de gesso que poderão ocorrer em diversas etapas, são eliminados ou reduzidos (Patzelt *et al.*, 2013).

Apesar dos primeiros *scanners* intraorais terem sido introduzidos há duas décadas, só recentemente é que a sua popularidade tem vindo a crescer. O aumento da sua precisão e da sua eficácia parecem estar na base da explicação para o aumento destes instrumentos na prática da medicina dentária (Wismeijer, Mans, Genuchten & Reijers, 2013).

Tanto na especialidade de ortodontia como na área restauradora (em particular na prostodontia e na dentisteria), o uso de modelos de gesso é fundamental, pelo que a possibilidade da sua digitalização ou da própria condição intraoral do paciente, sempre foi uma ambição por parte dos médicos dentistas (Polido, 2010).

A introdução do primeiro *scanner* digital intraoral no âmbito da medicina dentária restauradora deu-se na década de 1980 por um médico dentista suíço, Werner Mörmann, e um engenheiro italiano electrotécnico, Marco Brandestini, que desenvolveu os fundamentos para a CEREC® pela Sirona Dental Systems LLC (Charlotte, NC), o qual foi introduzido em 1987, como o primeiro sistema CAD/CAM disponível no mercado para restaurações dentárias. Desde então, a investigação por parte de várias empresas permitiu criação de *scanners* intraorais cada vez mais fáceis de utilizar e capazes de produzir restaurações dentárias com precisão. Estes sistemas são capazes de captar imagens tridimensionais virtuais de preparações dentárias permitindo criar os modelos e restaurações precisas as quais possam ser fabricadas a partir dessas mesmas imagens (utilizando um sistema CAD/CAM) (Logozzo *et al.*, 2013).

De um modo geral, os sistemas de impressão digitais intraorais disponíveis no mercado (Tabela 2) são baseados em diferentes tecnologias ópticas, fontes de luz ou tipos de imagem sendo que alguns destes sistemas necessitam de revestimento em pó sobre as superfícies dentárias incluídas na área de digitalização. Outra grande diferença entre eles é o formato do arquivo final, que pode gerar ou um arquivo STL não codificado, o qual pode ser trabalhado com muitos sistemas CAD/CAM, ou um arquivo STL encriptado sob um formato próprio para uma plataforma específica ou ainda um arquivo STL selectivo que apenas pode ser utilizado em alguns sistemas CAD/CAM escolhidos pelo fabricante (Cardelli, Scotti & Monaco, 2011).

Intraoral scanner	Company	Working principles	Light source	Imaging type	Necessity of coating	In-office milling	Output format
CEREC AC	Sirona Dental System GmbH (Bensheim, Germany)	Active triangulation and optical microscopy	Visible blue light	Multiple images	Yes	Yes	Proprietary
iTero	Cadent Inc (Carstadt, NJ)	Parallel confocal microscopy	Red laser	Multiple images	None	No	Proprietary or selective STL
E4D	D4D Technologies, LLC (Richardson, TX)	Optical coherence tomography and confocal microscopy	Laser	Multiple images	Occasionally	Yes	Proprietary
Lava™ C.O.S.	3M ESPE (St. Paul, MN)	Active wavefront sampling	Pulsating visible blue light	Video	Yes	No	Proprietary
IOS Fastscan	IOS Technologies, Inc (San Diego, CA)	Active triangulation and Schleimpflug principle	Laser	3 images	Yes	No	STL
MIA3D	Densys Ltd (Migdal Ha'Emek, Israel)	Active stereophotogrammetry	Visible light	2 images	Yes	No	ASCII
DPI-3D	Dimensional Photonics International, Inc (Wilmington, MA)	Accordion fringe interferometry (AFI)	Wavelength 350 to 500 nm	Multiple images	None	No	STL
3D Progress	MHT SpA (Verona, Italy)-MHT Optic Research AG (Niederhasli, Switzerland)	Confocal microscopy and moiré	Not disclosed	3 images	Occasionally	No	STL
DirectScan	Hint-Els GmbH (Griesheim, Germany)	Stereoscopic vision	Not disclosed	Multiple images	Not disclosed	No	Not disclosed
TRIOS	3Shape A/S (Copenhagen, Denmark)	Confocal microscopy	Not disclosed	Multiple images	None	No	Proprietary or STL

Tabela 2 - Resumo das características técnicas de impressão digital disponíveis actualmente no mercado (Ting-shu & Jian, 2014)

#### 2.4.1 CEREC® por Sirona Dental System GMBH (Alemanha)

O sistema CEREC® (um acrónimo para Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics) foi introduzido pela Sirona Dental System GMBH (DE) em 1987. Após vários avanços tecnológicos, surgiu o sistema CEREC AC® desenvolvido pela BlueCam®, lançado em Janeiro de 2009 (Logozzo *et al.*, 2013) (Figura 3).

Os sistemas CEREC® podem ser descritos como dispositivos de medição que operam segundo os princípios básicos da microscopia confocal e de acordo com a técnica de triangulação activa (Logozzo *et al.*, 2013).

Actualmente, o sistema CEREC® mais predominante é o de quarta geração, conhecido como CEREC® AC Bluecam. Este sistema captura as imagens utilizando como fonte a luz emitida a partir de um díodo de LED azul, ao contrário das suas versões anteriores que utilizavam o *laser* infravermelho como fonte de luz, e beneficia de um menor comprimento de onda, o que lhe permite alcançar uma maior precisão do modelo virtual

final. O CEREC® AC Bluecam pode capturar um quadrante da impressão digital de bo espaço de um minuto e o antagonista em poucos segundos. As imagens estão livres de distorção (mesmo na periferia) e, deste modo, imagens múltiplas (como por exemplo, imagens de um quadrante completo) podem ser associadas com grande precisão (Logozzo *et al.*, 2013; Ting-shu & Jian, 2014).

O sistema CEREC® mais recente, CEREC® AC OmniCam, foi introduzido no mercado em 2012. Este sistema funciona com uma técnica de imagem contínua, onde a aquisição de dados consecutivos gera um modelo 3D, enquanto o sistema Bluecam® utiliza uma técnica de aquisição de imagem única. O sistema OmniCam® pode ser utilizado para um único dente, quadrante, ou arcada completa, no entanto, o sistema Bluecam® só pode ser aplicado em situações de um único dente ou quadrante. Uma das características com maior destaque do sistema OmniCam® é a digitalização sem recurso ao revestimento das superfícies dentárias com pó de dióxido de titânio e a obtenção de imagens tridimensionais precisas com cor natural. A digitalização sem este revestimento apresenta benefícios específicos em impressões de maior área (Birnbaum, Aaronson, Stevens & Cohen, 2009; Ting-shu & Jian, 2014). No entanto, as superfícies dentárias que apresentam dispersão irregular da luz reduzem a precisão da impressão. Desta forma, é aconselhável revestir com pó opaco de dióxido de titânio, Optispray, as superfícies dentárias antes da fase de digitalização no sentido de induzir uma dispersão de luz mais uniforme no sentido de melhorar a eficácia da digitalização (Poticny & Klim, 2010).

Durante a digitalização, o médico dentista segura o *scanner* colocando a câmara intraoral na área a ser digitalizada. A ponta da câmara deve estar a alguns milímetros de distância da superfície do dente ou tocar apenas ligeiramente na superfície. O médico dentista desliza a cabeça da câmara sobre os dentes suavemente numa só direção de modo a gerar o modelo 3D a partir de dados sucessivos. Este processo de digitalização expressa uma profundidade notável de campo. Além disso, a verificação pode ser interrompida e retomada a qualquer momento pelo clínico. Uma nova tecnologia de detecção de trepidação pode garantir a captura das imagens 3D apenas quando a câmara se encontra estável de modo a evitar possíveis imprecisões devido à agitação ou tremor da mão do médico dentista (Galhano, Pellizzer & Mazaro, 2012).

Ao concluir a digitalização, a preparação pode ser visualizada no monitor e avaliada a partir de qualquer ângulo. A imagem tridimensional obtida é cortada para que se obtenha

o modelo final, e a linha de terminação é delineada pelo médico dentista directamente na imagem do modelo virtual. Seguidamente, um sistema CAD "biogeneric" idealiza e projecta a restauração para permitir ao médico dentista efectuar ajustes através de um conjunto de ferramentas disponíveis no monitor. Uma vez satisfeito com a restauração, o médico dentista pode montar um bloco de material cerâmico ou de compósito com a cor desejada na unidade de fresagem para que se dê início ao fabrico da restauração. Durante a fase de *design*, ferramentas com um código de cores permitem determinar o grau de contacto interproximal e garantir apenas ajustes mínimos nas restaurações finais antes da cimentação. O médico dentista pode realizar a impressão digital e fabricar a restauração numa única consulta, ou pode transferir os dados para o laboratório de prótese dentária através do CEREC Connect®, o qual pode, por sua vez, seleccionar o *design* de restauração virtualmente fresá-lo no laboratório. Este tipo de *scanner* intraoral pode ser usado para o fabrico de coroas unitárias, facetas, *inlays*, *onlays* e próteses fixas implanto-suportadas (Birnbaum *et al.*, 2009).

O sistema CEREC® é um sistema fechado, exportando os arquivos de impressões digitais sob um formato próprio que trabalha com dispositivos de CAM da Sirona como o CEREC® MC e o CEREC® In-Lab. O sistema CEREC® MC é uma unidade de fresagem acoplada ao sistema de digitalização intraoral, que permite que o tratamento completo seja efectuado numa só consulta (Ting-shu & Jian, 2014).



Figura 3 - Sistema CEREC® (Logozzo *et al.*, 2013)

#### 2.4.2 E4D por D4D Technologies LLC (USA)

O sistema E4D foi introduzido por D4D Technologies LLC (Richardson, TX) no início de 2008. Consiste num dispositivo que contém o centro de *design* (computador e monitor), um scanner a *laser* e uma unidade de fresagem separada (Figura 4) (Logozzo *et al.*, 2013).



Figura 4 - Sistema E4D (Güth *et al.*, 2010)

O *scanner*, denominado IntraOral Digitizer, possui um contorno mais estreito da cabeça da câmara intraoral do que o utilizado no sistema CEREC®, pelo que a amplitude bucal do paciente necessária para digitalizações em regiões posteriores é inferior (Birnbbaum *et al.*, 2009).

O digitalizador intraoral é configurado através de tomografia de coerência óptica (OCT) ou de sensor confocal (Logozzo *et al.*, 2013).

Na maioria dos casos, o sistema E4D não requer a utilização de um agente reflector (em pó), para permitir a captura de detalhes intraorais. Desta forma, assim que é possível alcançar uma retracção e hemostase adequadas, a digitalização é iniciada colocando a câmara intraoral diretamente sobre o dente preparado a uma distância específica deste. O médico dentista mantém o pedal pressionado enquanto centra a imagem no monitor. Quando a área desejada é centrada, o clínico pode soltar o pedal e a imagem é capturada. Um diagrama no monitor mostra ao operador como orientar o *scanner* de forma a obter a imagem seguinte. À medida que são capturadas imagens sucessivas, estas são utilizadas

em torno do modelo 3D para criar um modelo chamado pela CEREC de "modelo ICEverything™" (Birnbaum *et al.*, 2009).

O monitor sensível ao toque permite ao dentista ver a preparação a partir de vários ângulos e assegurar a sua precisão. Não é necessário fazer a digitalização da arcada antagonista. Após a realização do registo de mordida com material de impressão, este é cortado, e em seguida, colocado no topo do dente preparado. O *scanner* captura a combinação do material de registo e dos dentes vizinhos, que não são cobertos pelo material. Estes dados serão usados para projectar restaurações com alturas oclusais adequadas. De seguida, o sistema *design* do E4D é capaz de detectar e marcar a linha de terminação na preparação automaticamente. Assim que esta linha é aprovada pelo médico dentista, o computador usa sua ferramenta de Autogenesis™ para sugerir uma restauração, proposta a partir da sua biblioteca anatómica. Tal como acontece com o sistema CEREC®, o operador possui várias ferramentas intuitivas à sua disposição para modificar a proposta de restauração. Assim que a restauração final é aprovada, o centro de *design* transmite os dados para a fresadora para que seja fabricada a restauração final (Birnbaum *et al.*, 2009).

Os ficheiros gerados pelo sistema E4D podem ser exportados sob um formato próprio do sistema, contudo, podem ser igualmente convertidos em arquivos de formato STL, mediante o pagamento de uma taxa à D4D Technology. Desta forma, os arquivos obtidos a partir das impressões digitais podem ser utilizados por outros sistemas CAD/CAM pelo que o sistema E4D pode ser considerado um dispositivo semi-aberto (Ting-shu & Jian, 2014).

#### **2.4.3 iTero por Cadent LTD (Israel)**

O sistema de impressão digital Cadent iTero por Cadent LTD, IL entrou no mercado no início de 2007 (Figura 5). Este sistema emprega uma técnica de imagem confocal paralela para capturar com rapidez as impressões digitais (Birnbaum *et al.*, 2009).



Figura 5 - Sistema iTero (Radz, 2009)

A representação tridimensional da estrutura completa pode ser obtida através da montagem de topologias de porções adjacentes da superfície, feita em duas ou mais perspectivas angulares diferentes (Logozzo *et al.*, 2013).

Através da utilização desta técnica, o sistema iTero é capaz de capturar todas as estruturas e materiais existentes na cavidade oral, sem necessidade de aplicar qualquer revestimento nos dentes do paciente. Embora a capacidade da câmara para digitalizar sem a necessidade de aplicação de qualquer pó de revestimento nos dentes possa parecer vantajosa, ela requer a inclusão de uma paleta de cores na própria unidade de aquisição de imagem, resultando numa câmara com uma cabeça superior à encontrada nos outros sistemas (Birnbaum *et al.*, 2009).

Uma vez concluída a preparação dentária, é iniciada a aquisição da impressão digital que obedece a uma série de etapas para cada impressão. A manipulação dos tecidos moles, a retracção, o controlo da humidade e a hemostase são passos essenciais para a captura de dados digitais (Birnbaum *et al.*, 2009).

São realizadas cinco digitalizações da zona preparada: oclusal, lingual, vestibular e contatos interproximais dos dentes adjacentes, o que demora cerca de 15 a 20 segundos por dente preparado. Seguidamente, as vistas de um ângulo de 45° com a face vestibular e lingual são obtidas dos dentes remanescentes do quadrante ou da arcada e da arcada antagonista. Quando essas digitalizações (pelo menos 21) estão concluídas, é pedido ao paciente que encerre a boca em oclusão cêntrica para que seja realizado um registo de



mordida virtual (Figura 6). No geral, as digitalizações completas de quadrante superior e inferior e registo de mordida virtual podem levar menos de 3 minutos a ser realizadas. Após a realização da impressão digital, o clínico poderá avaliar, a partir de uma série de ferramentas de diagnóstico, a preparação e completar a própria impressão. A ferramenta da linha de terminação está disponível para permitir uma identificação clara e definida da margem da preparação (Jacobson, 2007).

A impressão digital concluída é enviada através de um sistema *wireless* às instalações da Cadent e ao laboratório dentário. Após uma análise do laboratório, o arquivo digital é transformado num modelo pela Cadent. Por fim é realizada a fresagem dos modelos, que serão articulados mediante o registo oclusal virtual obtido, e fabricada a restauração final no laboratório de acordo com a prescrição digital efectuada pelo médico dentista (Birnbaum *et al.*, 2009). É considerado um sistema aberto na medida em que exporta os seus arquivos digitais sob um formato STL, os quais podem ser partilhados por qualquer outro laboratório equipado com um sistema CAD / CAM (Ting-shu & Jian, 2014).

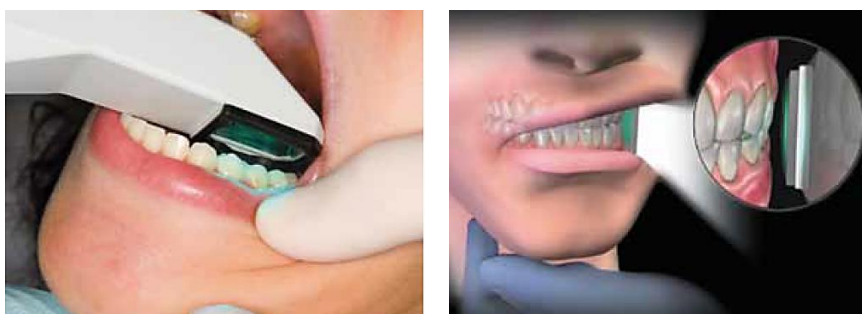


Figura 6 - Digitalização intraoral e registo de mordida como sistema iTero (Polido, 2010)

#### **2.4.4 Lava™ Chairside Scanner Oral (C.O.S) pela 3M ESPE (USA)**

O Lava™ Chairside Oral Scanner (C.O.S) foi criado no Brontes Technologies em Lexington, Massachusetts, e foi adquirido pela 3M ESPE (St. Paul, MN), em Outubro de 2006. O produto foi lançado oficialmente em Fevereiro de 2008 (Birnbaum *et al.*, 2009).

O sistema Lava C.O.S consiste num dispositivo móvel contendo um CPU, um monitor sensível ao toque, e uma câmara de digitalização que contém um sistema óptico altamente complexo composto por 22 sistemas de lentes e 192 células azuis LED. A câmara intraoral

tem uma extremidade com aproximadamente 13 mm de largura e pesa 390 gr (Figura 7) (Birnbaum *et al.*, 2009; Polido, 2010).



Figura 7 - Sistema Lava C.O.S. (Radz, 2009)

O sistema Lava C.O.S. introduziu um novo método de captura de dados 3D com base no princípio “active wavefront sampling”. O conceito Lava C.O.S “3D in-Motion” incorpora um *design* óptico revolucionário, algoritmos de processamento de imagem e um modelo de reconstrução que captura dados 3D numa sequência em vídeo e modela os dados em tempo real. Desta forma, o sistema Lava C.O.S. permite capturar cerca de 20 dados 3D por segundo, perto de 2400 dados por arcada, para uma digitalização precisa e de alta velocidade (Birnbaum *et al.*, 2009).

Tal como o sistema CEREC AC Bluecam, também o sistema Lava C.O.S requer o revestimento das superfícies dentárias com um pó específico, Lava<sup>TM</sup> powder, o qual, após concluída a preparação do dente e a respectiva retracção gengival, é pulverizado sobre a arcada previamente seca formando uma fina camada que permite ao *scanner* localizar os pontos de referência (Birnbaum *et al.*, 2009; Ting-shu & Jian, 2014). Durante a digitalização, uma luz azul pulsátil provém da câmara intraoral e a imagem no monitor aparece instantaneamente. A impressão está completa quando o médico dentista retorna à digitalização da face oclusal do dente onde iniciou a impressão digital. O sistema

possibilita rodar e ampliar a imagem digital obtida no monitor e permite alterar a visualização da imagem 3D para uma imagem 2D. Quando o médico dentista confirma a digitalização realizada, é obtida uma rápida impressão da restante arcada. No caso de existirem áreas importantes em falta na imagem, o médico dentista pode simplesmente verificar essa área específica e o próprio *software* corrige o espaço. Seguidamente, o paciente é instruído a fechar a boca na posição de máxima intercuspidação (MIC) e as superfícies vestibulares de um lado da boca são pulverizadas para que seja efectuado o registo de mordida virtual. As impressões da maxila e da mandíbula são digitalmente articuladas no monitor. De seguida, o médico dentista envia os dados via *wireless* para o técnico de prótese dentária, que utiliza, por sua vez, um *software* personalizado para cortar digitalmente a imagem e marcar as margens. A 3M ESPE recebe o ficheiro digital e gera um modelo de estereolitografia (SLA), o qual envia para o laboratório para que seja fabricada a restauração final (Birnbbaum *et al.*, 2009).

De um modo geral, o sistema Lava C.O.S. exporta os seus ficheiros num formato próprio, os quais podem ser projetados e fabricados apenas por *softwares* CAD e dispositivos CAM suportados pelo sistema. No entanto, o sistema Lava C.O.S é igualmente compatível com outros *softwares* tornando-o num sistema semi-aberto (Ting-shu & Jian, 2014)

#### **2.4.5 3M™ True Definition Scanner pela 3M ESPE (USA)**

Em Outubro de 2012, a 3M ESPE anunciou seu novo sistema de impressão digital, o 3M™ True Definition Scanner (Figura 8). Este sistema oferece uma poderosa tecnologia de digitalização baseada na captura em vídeo 3D e assegura precisão e reprodutibilidade das impressões digitais (Ritter, 2014).



Figura 8 - "3M™ True Definition Scanner", 2012

Tal como o sistema anterior da 3M ESPE, o Lava C.O.S, também o 3M™ True Definition Scanner requer a aplicação prévia de uma fina camada de dióxido de titânio em pó sobre as superfícies dentárias antes da digitalização e aplica a mesma tecnologia óptica, “active wavefront sampling”, o que lhe permite atingir uma velocidade de captura em vídeo de 20 imagens por segundo. Por sua vez, as imagens são convertidas em conjuntos de dados 3D, os quais são exibidos, em tempo real, sob a forma de um modelo tridimensional no monitor. (Burgess, Lawson & Robles, 2013).

Uma das grandes melhorias apresentadas pelo sistema 3M™ True Definition Scanner é a sua câmara intraoral leve, ergonómica e de tamanho reduzido, composta por várias lentes fixas e um sensor de imagem (“3M™ True Definition Scanner”, 2012; Burgess *et al.*, 2013).

Este sistema possui uma plataforma digital em nuvem, 3M™ Connection Center, aberta e segura, para armazenar, partilhar e conectar arquivos em formato STL. O sistema de impressão digital permite ainda conectar-se com outros sistemas (Ritter, 2014).

Como é possível verificar pela Tabela 2 anteriormente apresentada, existem actualmente no mercado muitos outros sistemas de digitalização intraoral (MIA3D, DPI-3D, 3D Progress, DirectScan, Trios, entre outros). Cada um destes sistemas apresenta

especificidades e estando presentes no mercado há cerca de uma década nenhum deles constitui uma referência para a técnica de impressões digitais.

## 2.5 Perspectiva Laboratorial

Tradicionalmente, o técnico de prótese dentária tem realizado a maioria dos seus procedimentos de forma manual. Durante a última década, os laboratórios passaram rapidamente a incorporar tecnologias digitais no seu processo de fabrico. O crescimento de processos de fabrico digital tem sido exponencial e actualmente o mercado apresenta inúmeros laboratórios com várias formas de processamento digital. Esses processos digitais incluem *scanners* digitais, componentes CAD, componentes CAM, produção rápida e sinterização a *laser* (Birnbaum *et al.*, 2009).

Birnbaum *et al.* (2009) refere que a base para todos os processos de fabrico digital em laboratório envolve a criação de um arquivo digital para a anatomia dentária exclusiva de cada paciente. Através do uso de *scanners* intraorais, é possível adquirir um arquivo digital diretamente da boca de um paciente o que resulta em maior precisão tanto do modelo como da prótese final.

Ao fabricar próteses a partir do uso de um *scanner* digital intraoral, o técnico de prótese dentária corta os modelos com o auxílio do *software* de definição de margem. Deste modo, são eliminados todos os procedimentos de esterilização, todos os modelos convencionais e o respectivo processo de vazamento, a articulação dos modelos e todo o equipamento, funcionários e inventário que lhes estão associados. Desta forma, o grau de comunicação entre o técnico de prótese dentária e o médico dentista aumenta significativamente. O técnico de prótese dentária pode enviar rapidamente um e-mail com imagens da preparação dentária do paciente (3D, 2D e secção transversal) ao médico dentista, esclarecendo dúvidas sobre os limites do modelo virtual. Uma vez aprovado, os modelos são fabricados (Birnbaum *et al.*, 2009).

Birnbaum *et al.* (2009) afirma que graças à tecnologia de uma impressão digital, o médico dentista pode beneficiar de um *feedback* instantâneo, tendo a possibilidade de rever o seu trabalho no seu computador antes de o enviar para o laboratório. Esta oportunidade proporciona ao médico dentista corrigir uma impressão e/ou preparação na consulta seguinte. Este processo permite reduzir trabalho comprometido e consultas adicionais.

A impressão digital é mostrada no sentido de obter melhores impressões e preparações resultando na melhoria da qualidade da restauração. Os técnicos de prótese dentária com experiência de trabalho em impressões digitais observaram melhorias significativas na qualidade do trabalho realizado pelos médicos dentistas que utilizam esta tecnologia (Birnbaum *et al.*, 2009).

No laboratório, o técnico de prótese dentária tem a opção de fabricar a prótese através de métodos convencionais ou de soluções digitais, ou de uma combinação de ambos. No fabrico segundo o método digital, a sua natureza e processamento exigentes permitem o fabrico de várias peças protéticas em simultâneo. Como resultado, é possível reduzir o tempo dos ciclos de fabrico (Birnbaum *et al.*, 2009).

Birnbaum *et al.* (2009) defende que a natureza quantitativa dos sistemas digitais permite o controlo mais consistente de todo o processo. Além disso, a precisão do modelo de produção é validada usando um sistema de medição por coordenadas e controlo estatístico do processamento.

## **2.6 Precisão e Reprodutibilidade**

De acordo com a Norma ISO 5725-1, “exactidão” corresponde à concordância entre um resultado de teste ou resultado de medição e o valor real. Neste termo, estão compreendidos os parâmetros de “precisão” e “rigor”. Por definição, “rigor” consiste na concordância entre o valor médio obtido a partir de uma grande série de resultados de teste e um valor de referência aceite. Ou seja, quão longe a medição se desvia das dimensões reais do objecto de medição. Desta forma, um maior rigor oferece um resultado idêntico ou igual às dimensões reais do objecto de medição. Por outro lado, “precisão” é descrita como a concordância entre resultados de testes independentes obtidos sob condições estipuladas. Ou seja, quão próximas estão medições repetidas umas das outras. Assim, quanto mais elevada for a precisão, mais previsível se torna a medição. (Ender & Mehl, 2013)

Vários estudos sobre a precisão de *scanners* intra-orais e impressões digitais tem sido publicados nos últimos anos avaliando a precisão em restaurações unitárias, vários dentes, quadrantes e arcadas completas (Yuzbasioglu *et al.*, 2014). No entanto, até à data, a

precisão dos sistemas de digitalização intraoral sob condições clínicas não tem sido descrita (Flügge, Schlager, Nelson, Nahles & Metzger, 2013).

Num estudo de Ender e Mehl (2013), a precisão e o rigor obtidos nas impressões digitais de arcada completa demonstrou a menor exactidão deste método face à técnica convencional. Neste estudo, o rigor e a precisão foram parâmetros necessários para avaliar a exactidão das impressões intraorais de arcada completa quando comparadas com as obtidas segundo o método convencional.

No entanto, um estudo *in vitro* conduzido por Güth *et al.* (2013), que comparou a exactidão de um conjunto de dados tridimensionais obtidos a partir de impressão digital com o método de impressões convencionais, modelos de gesso e recolha indirecta de dados, obteve maior exactidão no método directo de obtenção dos modelos digitais, utilizando o *scanner* intraoral Lava C.O.S (3M ESPE), quando comparado com o procedimento de impressões convencionais e digitalização por método indirecto.

Flügge *et al.* (2013) desenvolveu um estudo cujo objectivo era avaliar a precisão da digitalização intraoral sob condições clínicas. Para tal, foram comparadas impressões sucessivas realizadas com um material convencional, com o sistema de digitalização introral iTero e um *scanner* extraoral. Os melhores valores de precisão foram obtidos no grupo da digitalização extraoral em relação ao grupo de digitalização intraoral pelo que estes resultados poderiam ser explicados pelos movimentos do paciente durante a própria digitalização, pelo espaço intraoral limitado, pela humidade presente e pelo fluxo salivar. Os valores de discrepância mais elevados na zona dos molares reflectem a grande influência de factores relacionados com o próprio paciente na qualidade da impressão.

Tal como no estudo anterior, também Luthardt, Ross e Quaas (2005) identificaram a influência do espaço intraoral limitado, um ambiente 100% húmido e os movimentos do próprio paciente não só como possíveis fontes de erro como também como elementos que limitam o tempo para a aquisição de imagem para menos de 1/8 de um segundo. Além dos descritos, os autores reconhecem também a superfície reflectora das peças dentárias como um factor de influência na qualidade da digitalização intraoral. No entanto, este último fenómeno poderá ser evitado através da aplicação de uma fina camada de pó (Hickel, Dash, Mehl & Kremers, 1997).

Por outro lado, Patzelt *et al.* (2013), num estudo que comparou de exactidão entre quatro *scanners* intraorais (iTero, Lava C.O.S, CEREC AC Bluecam e Zfx intraScan) concluiu

que as diferentes tecnologias ópticas de digitalização utilizadas dos sistemas e o algoritmo de processamento dos dados poderiam estar na base das diferenças de exactidão entre os sistemas testados. Constataram, tal como outros autores acima mencionados, a influência de factores associados ao paciente, dos movimentos da mão do operador aquando da digitalização intraoral, da presença de saliva e da reflexão da luz nas superfícies dentárias e estruturas adjacentes na precisão das impressões digitais.

Segundo Seelbach, Brueckel e Wostmann (2013), a precisão das impressões digitais está dependente de dois parâmetros distintos. Por um lado, depende da resolução do sistema óptico de digitalização, e por outro, da precisão obtida pelo algoritmo de correspondência (responsável pela determinação dos pontos correspondentes nas diferentes imagens o que permite calcular as suas coordenadas no espaço para obter uma densa “nuvem” de pontos 3D correspondente à impressão digital).

O sistema de digitalização mais comumente utilizado é o *scanner* óptico, em relação ao qual Várady, Martin e Coxt (1997) mencionam alguns problemas práticos na aquisição da nuvem de pontos, entre os quais a calibração; a precisão, a qual depende, principalmente, da distância entre a superfície e o *scanner* e do movimento deste; a rugosidade de superfície, que influencia a reflexão da luz e quantidade de ruído presente induzido por vibrações ou pela reflexão especular.

A qualidade de repetibilidade reflete a estabilidade e a autenticidade de um dispositivo de digitalização intraoral. A repetibilidade impressão digital deve atingir um nível satisfatório com o objectivo de melhorar a qualidade das impressões (Ting-shu & Jian, 2014).



### 3. Comparação das Técnicas de Impressão

A realização de impressões com materiais de impressão convencional, os quais variam desde o mais utilizado alginato aos elastómeros (na sua maioria polivinissiloxanos ou poliéteres), é um procedimento diário na maioria dos consultórios dentários. No entanto, o conceito de impressões digitais está a emergir rapidamente através da presença de diversos dispositivos (Figura 9) para esse efeito presentes no mercado actual (Christensen, 2008b).

Ambos os métodos demonstraram ser capazes de produzir restaurações finais clinicamente aceitáveis, possuindo tanto vantagens como desvantagens, sendo que os médicos dentistas deverão basear a sua escolha de acordo com o conceito que melhor se adapta à sua prática clínica actual (Christensen, 2009).

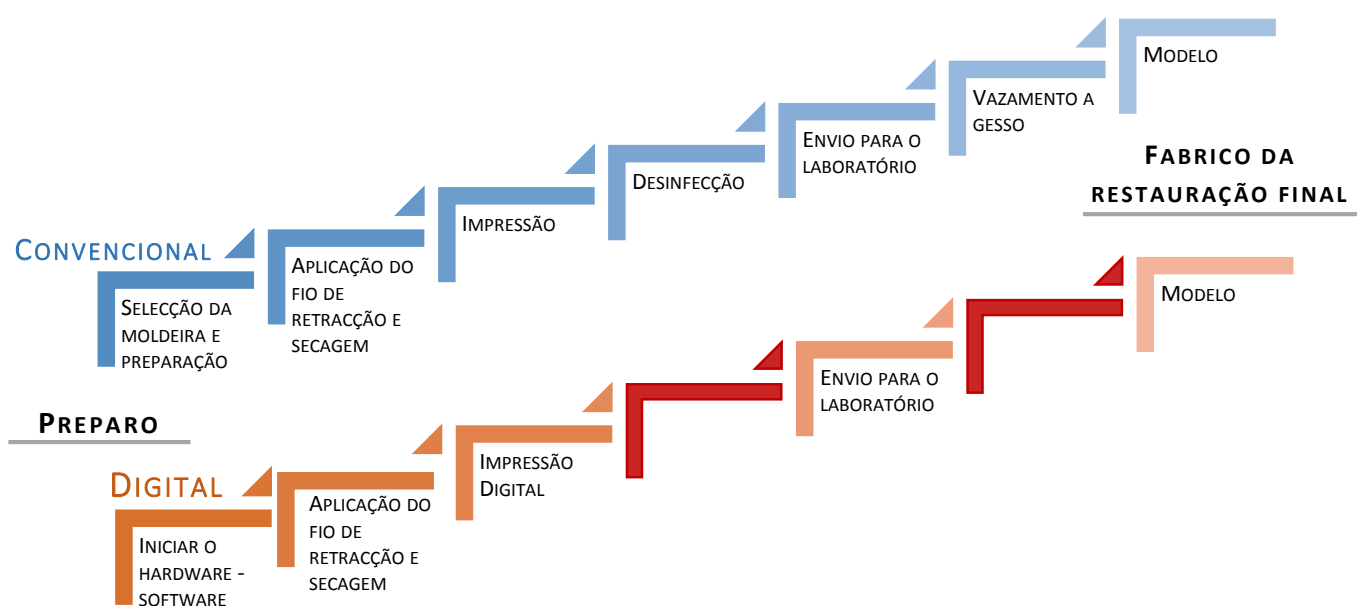


Figura 9 - Comparação entre o fluxo de trabalho digital e convencional no âmbito da realização das impressões digitais (esquema adaptado de Patzelt *et al.*, 2014)

As duas técnicas de impressão serão comparadas nas tabelas seguintes avaliando os vários parâmetros na óptica do médico dentista (Tabela 3), segundo a perspectiva do paciente (Tabela 4) e do ponto de vista das fases do processo de fabrico (Tabela 5).

### 3.1 Na óptica do médico dentista

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS	IMPRESSÕES DIGITAIS
<b>FAMILIARIDADE COM O CONCEITO</b>	
É uma técnica notoriamente conhecida e aceitável. O conceito de tomada de impressões está bem estabelecido. A maioria dos médicos dentistas tem os conhecimentos básicos sobre a tomada de impressões e não procuram um novo conceito (Christensen, 2008a).	A realização de impressões digitais não é um conceito bem conhecido. Os médicos dentistas estão relativamente satisfeitos com as técnicas de impressão convencionais, pelo que será necessária persuasão no sentido de os aproximar deste conceito e de reconhecer as suas vantagens (Christensen, 2008a).
<b>COMPLEXIDADE DO EQUIPAMENTO E DA TÉCNICA</b>	
À excepção de alguns aparelhos automatizados de mistura de materiais de impressão, o equipamento necessário para a realização de impressões é mínimo e bastante simples. Após um período razoável de repetição desta técnica, pode tornar-se uma prática previsível e fácil (Christensen, 2008a).	O equipamento digital é complexo. Embora os fabricantes o tenham simplificado, tanto quanto possível, a formação inicial é necessária e o processo de repetição indispensável para conhecer o dispositivo e o saber utilizar da melhor forma, tornando-se apto para a utilização desta técnica. No entanto, após o período de aprendizagem, o conceito digital torna-se mais simples de utilizar do que a técnica convencional (Christensen, 2008a).
<b>CUSTO DE AQUISIÇÃO E MANUTENÇÃO</b>	
As impressões convencionais prometem uma boa relação custo-benefício sem necessidade de adquirir grandes equipamentos (Sharma <i>et al.</i> , 2014).	À primeira vista, o custo do equipamento digital parece ser proibitivo, no entanto, quando comparado o custo das impressões convencionais com as digitais, o custo das impressões digitais torna-se cada vez mais aceitável. Dado que se trata de um conceito novo, ainda não existem dados a respeito do tempo que os dispositivos funcionarão sem necessidade de reparação. Este custo pode afectar o custo global a longo prazo da técnica digital. (Christensen, 2008a).

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS	IMPRESSÕES DIGITAIS
<b>HIGIENE</b>	
Na realização de impressões, muitas vezes o médico dentista não consegue evitar e remover na totalidade os restos de material no rosto, nos lábios ou nos espaços interdentários do paciente. Além disso, os restos de material podem ser espalhados pelo consultório dentário, nas luvas do clínico ou sobre os instrumentos que foram utilizados (Christensen, 2008a).	O método digital elimina a sujidade ocorrida aquando da realização das impressões convencionais (Christensen, 2008a, 2009).
<b>FERRAMENTA DE APRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO</b>	
Neste método verificam-se obstáculos ao nível da comunicação por existir apenas um exemplar de cada modelo do paciente. O médico dentista poderá sentir a necessidade de os duplicar, um processo que tanto implicará tempo como dinheiro, para comunicar e apresentar o caso a outros médicos dentistas de diferentes especialidades ou clínicas (Peluso <i>et al.</i> , 2004).	Os modelos digitais são uma excelente ferramenta de apresentação para médicos dentistas com diferentes graus de experiência apresentarem os seus casos clínicos. (Peluso <i>et al.</i> , 2004). Contribuem ainda para a comunicação entre médicos dentistas de diferentes clínicas e especialidades, entre o médico dentista e o seu paciente ou com o laboratório de prótese dentária. Por outro lado, permitem melhorar o acesso a todos os modelos desse paciente sem a necessidade de os duplicar (Peluso <i>et al.</i> , 2004; Polido, 2010).

Tabela 3 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional *versus* digital segundo a óptica de médico dentista.

Quanto ao tempo de realização destas técnicas, estudos *in vitro* de Lee & Gallucci (2013) e Patzelt *et al.* (2014), demonstraram que as impressões realizadas segundo o método digital consumiram menos tempo que as realizadas de acordo com o método convencional. No entanto, serão necessários mais estudos que determinem se esses resultados poderão ser aplicados sob condições *in vivo*, visto que nos modelos de estudo não é possível mimetizar os tecidos moles, a saliva, os movimentos do paciente, a deglutição e o espaço intraoral limitado (Patzelt *et al.*, 2014).

### 3.2 Na perspectiva do paciente

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS	IMPRESSÕES DIGITAIS
<b>COMODIDADE</b>	
Embora para alguns pacientes a sensação de ter material de impressão na boca não lhes cause qualquer transtorno, outros pacientes sentem a necessidade de vomitar ou regurgitar assim que o material é colocado na boca (Christensen, 2008a).	O único desconforto para o paciente envolve a colocação da câmara na boca. O desconforto está, na maioria das vezes, presente apenas em pacientes com bocas mais pequenas e com capacidade de abertura de boca limitada. Com as impressões digitais, o paciente não experiencia a sensação de impotência muitas vezes presente com as impressões convencionais (Christensen, 2008a).
<b>COMUNICAÇÃO</b>	
Utilizando este método, a comunicação entre o médico dentista e o paciente torna-se não só mais difícil como menos atractiva quando comparada com a tecnologia digital (Peluso <i>et al.</i> , 2004; Akyalcin, 2011).	Os modelos digitais são considerados uma excelente ferramenta para a educação do paciente e para melhorar a sua comunicação com o médico dentista. A nova geração de pacientes actualmente em tratamento, estando mais familiarizada com computadores, pode relacionar-se facilmente com modelos digitais. Estes poderão ser mostrados ao paciente durante a consulta de diagnóstico, durante o tratamento e no final, de modo a ilustrar a sua evolução (Peluso <i>et al.</i> , 2004). Além disso, ao mostrar a digitalização ao paciente, ele sente-se um elemento activo no seu tratamento, compreendendo melhor todo o processo (Jacobson, 2007).

Tabela 4 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional *versus* digital segundo a perspectiva do paciente.

Um estudo conduzido por Redmond, Vasudavan, Sullivan & Sonis (2010) comparou a aceitabilidade clínica e a preferência dos pacientes no fabrico de contenções ortodônticas recorrendo ao uso de um sistema intraoral de impressão digital com as realizadas segundo o método convencional. Uma elevada percentagem destes pacientes (77%) demonstrou preferência pelo método digital em detrimento do procedimento de impressões convencionais. É de notar que a percentagem de pacientes que preferiu o método convencional considerou a preparação prévia à digitalização mais desconfortável do que

as próprias impressões realizadas a alginato por exigir um isolamento rigoroso e necessitar de revestimento das superfícies dentárias com óxido de titânio.

A preferência do paciente pelas impressões digitais verificou-se também num estudo de Wismeijer *et al.* (2013), onde o objetivo principal consistia em avaliar a percepção do paciente quanto às diferenças entre as duas técnicas de impressão aquando da reabilitação com implantes numa zona não-estética. A eleição, estatisticamente significativa, do método digital deveu-se, em grande parte, à percepção do sabor no caso das impressões convencionais e à preparação prévia associada.

Num estudo mais recente de Yuzbasioglu *et al.* (2014), cujo objectivo era avaliar a eficácia, resultados clínicos e preferência dos pacientes quanto ao método de impressão (digital *versus* convencional), a preferência recaiu novamente sobre a técnica de impressões digitais em vez do método convencional pelo conforto que lhes proporcionava. As diferenças ao nível do conforto, avaliadas pelos pacientes, incluíam dificuldades em respirar, náuseas, desconforto na articulação temporo-mandibular e durante o período em que a boca foi mantida aberta.

### 3.3 Passos inerentes ao processo de fabrico

Em todo o processo, provavelmente a maior vantagem em adoptar a tecnologia digital, tanto para o médico dentista como para o técnico de prótese dentária, seja a eliminação de muitos processos com base química e de materiais associados à obtenção de um modelo final físico. Ao eliminar esses processos de forma virtual, a acumulação de erros no tratamento e no processo de fabrico deixa de ser um factor significativo (Radz, 2009; Polido, 2010).

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS	IMPRESSÕES DIGITAIS
SELECÇÃO E SEPARAÇÃO DO MATERIAL DA MOLDEIRA	
A escolha da moldeira é considerada um passo importante nesta técnica. Por vezes, se a moldeira escolhida não for adequada e suficientemente rígida ou sofrer distorção, a acuidade da impressão poderá ficar comprometida. Ocasionalmente, a escolha inadequada do adesivo para um determinado material de impressão, poderá resultar em separação inadequada da moldeira, resultando em distorção da impressão (Christensen, 2008b).	Esta técnica não envolve a utilização de moldeiras, pelo que elimina problemas relacionados com a sua selecção e/ou separação do material de impressão da mesma, o que pode, por este motivo, melhorar a qualidade das impressões (Christensen, 2008b).

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS		IMPRESSÕES DIGITAIS	
ESTABILIDADE DIMENSIONAL			
Neste conceito, vários são os momentos em que a distorção pode ter lugar, seja aquando da remoção da impressão da boca do paciente, por ser cedo demais, durante o seu vazamento a gesso e até mesmo por abrasão do próprio modelo (Radz, 2009).		Inúmeras oportunidades de distorção e erro são eliminadas em todo o processo de fabrico digital, desde a impressão ao modelo e até mesmo à restauração final (Radz, 2009).	
REPETIÇÃO DA IMPRESSÃO			
De acordo com o método convencional, refazer uma impressão convencional envolve a repetição de todo o processo de impressão (Lee & Gallucci, 2013).		Na técnica digital existe a possibilidade de intervir parcialmente, repetindo a digitalização apenas em áreas em falta ou com erros (Lee & Gallucci, 2013).	
REGISTO OCLUSAL			
O registo oclusal, segundo o método convencional, é realizado interpondo silicone ou cera entre os dentes superiores e inferiores. A interposição destes materiais aumenta o risco de se obter uma relação interoclusal inadequada (Birnbaum <i>et al.</i> , 2009).		Segundo este método, é possível realizar um registo oclusal virtual logo após a realização da impressão digital, eliminando a necessidade de interpor qualquer tipo de material entre as arcadas (Birnbaum <i>et al.</i> , 2009; Christensen, 2009).	
DESINFECÇÃO			
Embora seja frequentemente negligenciado por médicos dentistas e técnicos de prótese, a desinfecção das impressões convencionais é um procedimento clínico importante para esta técnica no qual pode ocorrer contaminação da impressão (Christensen, 2008a; Radz, 2009).		O conceito digital, na medida em que não requer uma impressão física nem o uso de moldeiras, elimina o passo da desinfecção e o risco de infecção cruzada entre o paciente, médico dentista e técnico de prótese dentária (Christensen, 2008a, 2009; Redmond <i>et al.</i> , 2010).	
ENVIO DA INFORMAÇÃO AO LABORATÓRIO			
Algumas distorções poderão ocorrer antes do vazamento a gesso e aquando do envio dos moldes para o laboratório (Christensen, 2008b).		O envio da informação ao laboratório é unicamente digital, eliminando os problemas associados ao seu transporte (Christensen, 2008a, 2009).	
VAZAMENTO A GESSO			
Por vezes, a impressão pode não ser vazada da forma mais adequada. O gesso utilizado no vazamento pode ser estar demasiado fluído ou rígido, ou ainda não ter tomado completamente a presa antes de ser removido. Pode, desta forma, ser necessário refazer a impressão provocando não só inconvenientes para o paciente, como também aumentar o custo de tratamento e o tempo da consulta (Sharma <i>et al.</i> , 2014).		Nesta técnica, a informação é armazenada em formato digital, pelo que, em caso de qualquer problema, a informação digital armazenada no computador pode ser reutilizada tantas vezes quanto necessárias, economizando tempo precioso do médico dentista e do paciente bem como do custo do tratamento (Sharma <i>et al.</i> , 2014).	

IMPRESSÕES CONVENCIONAIS	IMPRESSÕES DIGITAIS
ARMAZENAMENTO DE IMPRESSÕES, MATERIAIS E MODELOS	
<p>O armazenamento das impressões durante algum tempo antes do seu vazamento imediato é um procedimento comum. Enquanto o alginato tem necessidade de ser vazado num curto espaço de tempo, outros materiais como poliéteres ou silicones de adição têm a capacidade de se manterem estáveis por um período de tempo razoável após a realização da impressão, podendo, no entanto, sofrer distorção por armazenamento inadequado (Sharma <i>et al.</i>, 2014).</p> <p>Por outro lado, guardar os materiais de impressão, as moldeiras e os instrumentos necessários para a realização de impressões é uma tarefa obrigatória no caso de impressões convencionais (Christensen, 2008a). O armazenamento dos modelos de gesso tem alguns inconvenientes pois não só correm riscos de fractura e deterioração como requerem espaço extra no consultório dentário (Peluso <i>et al.</i>, 2004; Birnbaum &amp; Aaronson, 2008).</p>	<p>Através da utilização de um método digital são eliminados todos os problemas associados ao armazenamento de impressões físicas e/ou dos seus respectivos vazamentos a gesso. Por outro lado, supprime-se a necessidade de guardar o material necessário para a realização de impressões convencionais. Assim sendo, o armazenamento dos modelos é feito de forma electrónica, não ocupando espaço físico e evitando a sua deterioração (Radz, 2009; Polido, 2010; Sharma <i>et al.</i>, 2014).</p>
RESÍDUOS/DESPERDÍCIOS	
<p>O processo de fabrico de restaurações pela técnica convencional gera inúmeros resíduos. Além do desperdício do próprio material, existem moldeiras descartáveis de plástico, cartuchos vazios, pontas de mistura, modelos de gesso e embalagens que não são reaproveitáveis (Radz, 2009)</p>	<p>O único produto criado segundo a técnica digital é o próprio modelo de trabalho, não representando nenhum desperdício físico (Radz, 2009).</p>

Tabela 5 - Comparação entre as técnicas de impressão convencional *versus* digital do ponto de vista do processo de fabrico.

## **II. Objectivo**

O objectivo deste estudo é:

Avaliar clinicamente a precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral, 3M™ *True Definition Scanner*.



### **III. Hipóteses de Estudo**

#### Hipótese Nula:

O 3M™ *True Definition Scanner* não tem precisão e reprodutibilidade suficientes para ser aplicado clinicamente.

#### Hipótese Alternativa:

O 3M™ *True Definition Scanner* tem precisão e reprodutibilidade suficientes para ser aplicado clinicamente.

## **IV. Materiais e Métodos**

### **1. Questões Éticas**

A realização deste estudo pressupôs um pedido por escrito solicitando a aprovação pela Comissão Científica e pela Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM) para a realização do mesmo tal como descrito no Anexo I.

Todos os pacientes que integraram o presente estudo foram devidamente esclarecidos acerca das condições de participação, relatadas no Anexo II, e assinaram o consentimento informado de participação voluntária, presente no Anexo III.

### **2. Amostra**

A amostra escolhida para o presente estudo inclui 9 pacientes, todos eles na mesma faixa etária (22-23 anos), de ambos os sexos, segundo os critérios de inclusão e exclusão abaixo mencionados.

Foram utilizados como critérios de inclusão pacientes jovens e com boa higiene oral e como critérios de exclusão, pacientes em tratamento ortodôntico, com ausência de múltiplas peças dentárias, com presença de restaurações extensas e/ou lesões de cárie, defeitos de esmalte, hábitos parafuncionais ou doenças sistémicas (como o refluxo gastro-esofágico).

### 3. Protocolo

Aos pacientes pertencentes à amostra foram realizadas semanalmente impressões digitais com o *scanner* intraoral 3M *True Definition Scanner* (Figura 10) durante um período de 12 semanas.



Figura 10 - 3M™ *True Definition Scanner*

Antes de se dar seguimento ao protocolo, foi realizado um exame clínico à cavidade oral dos pacientes onde todos os dados relevantes foram assinalados numa ficha de registo individual (Anexo IV), contendo campos de preenchimento para a identificação do paciente (nome, nº processo clínico, idade, sexo, contacto telefónico e email), data de início de estudo, ficha dentária internacional (FDI), observações da consulta inicial ou alterações relevantes a cada consulta semanal.

Com o paciente sentado na cadeira da Clínica Universitária do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (CUIISCSEM), foi efectuada a higienização das arcadas dentárias com uma escova profilática e pasta de polimento da Proclinic® (Figura 11). De seguida, procedeu-se à lavagem dos dentes com água abundante (Figura 11) e foi pedido ao paciente que realizasse um bochecho com colutório da Perioaid®, contendo digluconato de clorhexidina a 0,12% e cloreto de cetilpiridínio a 0,05%, durante 1 minuto.

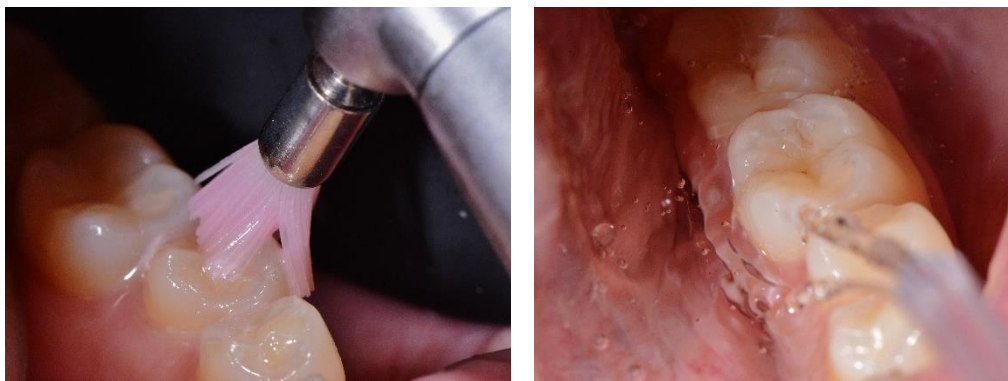


Figura 11 - Polimento dentário e lavagem das superfícies dentárias.

Após a colocação do retractor de tecidos moles, Optragate® da Ivoclar Vivadent (Figura 12) e de dispositivos para reduzir o contacto com a saliva tais como, *dry-tips*, NeoDrys® da Microcopy, rolos de algodão e aspirador de saliva, os dentes correspondentes ao quadrante a ser impresso digitalmente foram secos com o jacto de ar.



Figura 12 - Isolamento da cavidade oral com Optragate® e secagem das superfícies dentárias.

Após o isolamento, as superfícies a serem impressas foram pulverizadas com o 3M™ *high resolution scanning spray* com uma fina camada de pó de dióxido de titânio e foram realizadas as impressões digitais do 1º e 4º quadrante e do 2º e 3º quadrante (Figura 13). A digitalização foi iniciada na face oclusal do molar mais distal do quadrante e continuada para a região mais anterior. Após terminada a digitalização de todas as faces oclusais, foram impressas as faces linguais/palatinas e só por último as faces vestibulares.



Figura 13 - Revestimento das superfícies e digitalização intraoral.

Assim que se concluiu a digitalização, foi realizado o registo de mordida digital entre o 1º e o 4º e entre o 2º e o 3º quadrante. Por fim, a cavidade oral foi lavada com água abundante e foi pedido ao paciente que realizasse um bochecho com água para que fossem removidos os resíduos do pó de óxido de titânio aplicado anteriormente (Figura 14).



Figura 14 - Registo oclusal digital e limpeza das superfícies dentárias.

No final de cada digitalização completa (quatro quadrantes), a cada paciente, a câmara intraoral e a ponta do pulverizador são desinfetadas e limpas segundo o protocolo recomendado pelo fabricante.

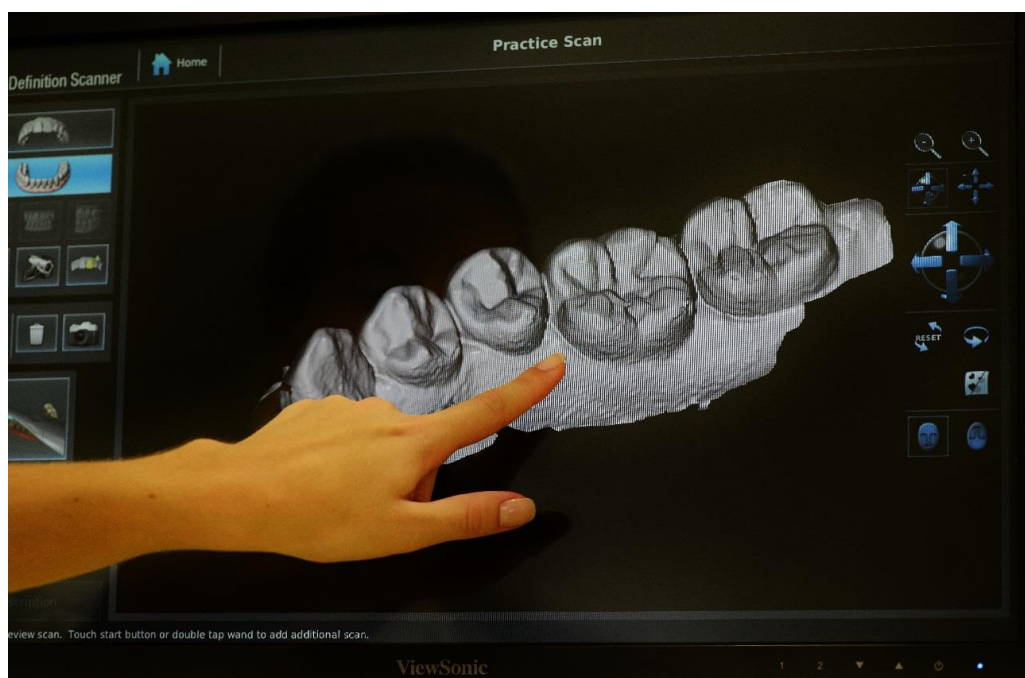


Figura 15 - Imagem tridimensional obtida após digitalização intraoral.

Após reunidas as 12 impressões de cada quadrante realizadas a de cada um dos 9 pacientes, as imagens tridimensionais (Figura 15), transformadas em arquivos de formato STL, foram enviadas para o 3M™ Connection Center, uma plataforma digital que armazena, envia e converte os arquivos de impressões digitais. Seguidamente foi efectuado o *download* de todos os ficheiros diretamente a partir desta plataforma os quais foram manipulados digitalmente através do programa de análise tridimensional Geomagic Control 2014 (Morrisville, North Carolina, USA).

Para um estudo mais fiável, as primeiras três semanas não foram contabilizadas para análise por inexperiência do operador. Desta forma, foram utilizadas 9 impressões de cada quadrante, num total de 36 por paciente. As impressões digitais realizadas na 4ª semana do estudo foram tomadas como referência para a sobreposição com as impressões correspondentes às semanas seguintes, pelo que foram obtidas 8 comparações utilizando duas imagens tridimensionais de cada vez.

Após a importação dos ficheiros para o *software*, todas as imagens obtidas foram cortadas segundo planos de modo a eliminar os tecidos moles e a circunscrever apenas a área de análise a 3 dentes, desde a face mesial do 1º pré-molar à face distal do 1º molar.



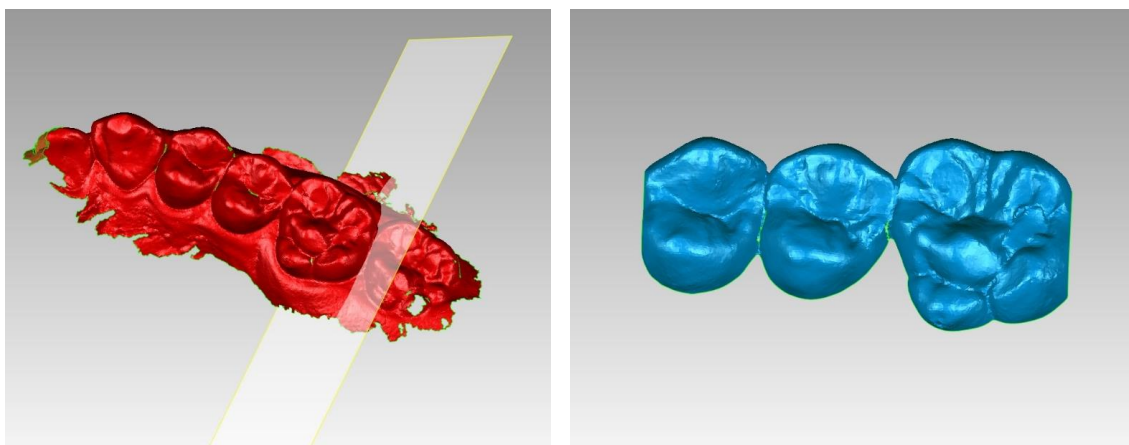


Figura 16 - Corte das imagens tridimensionais por planos (Geomagic Control 2014)

De seguida, as imagens foram sobrepostas duas a duas segundo o algoritmo *best-fit* e posteriormente comparadas tridimensionalmente de modo a obter uma imagem virtual colorimétrica, cujas cores demonstram as discrepâncias que se verificam em cada ponto que constitui a imagem virtual

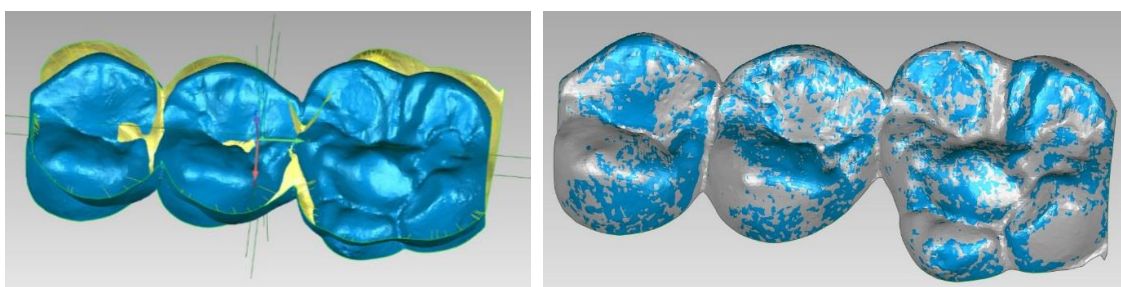


Figura 17 - Sobreposição segundo o algoritmo *best-fit* (Geomagic Control 2014)

De seguida, as imagens foram sobrepostas duas a duas segundo o algoritmo *best-fit* e posteriormente comparadas tridimensionalmente de modo a obter uma imagem virtual colorimétrica, cujas cores demonstram as discrepâncias que se verificam em cada ponto que constitui a imagem virtual (Figura 16 e Figura 17). No total, cada paciente obteve 32 comparações 3D, 8 de cada quadrante. Após o término da análise de todas as sobreposições, os dados numéricos obtidos foram exportados para um relatório.

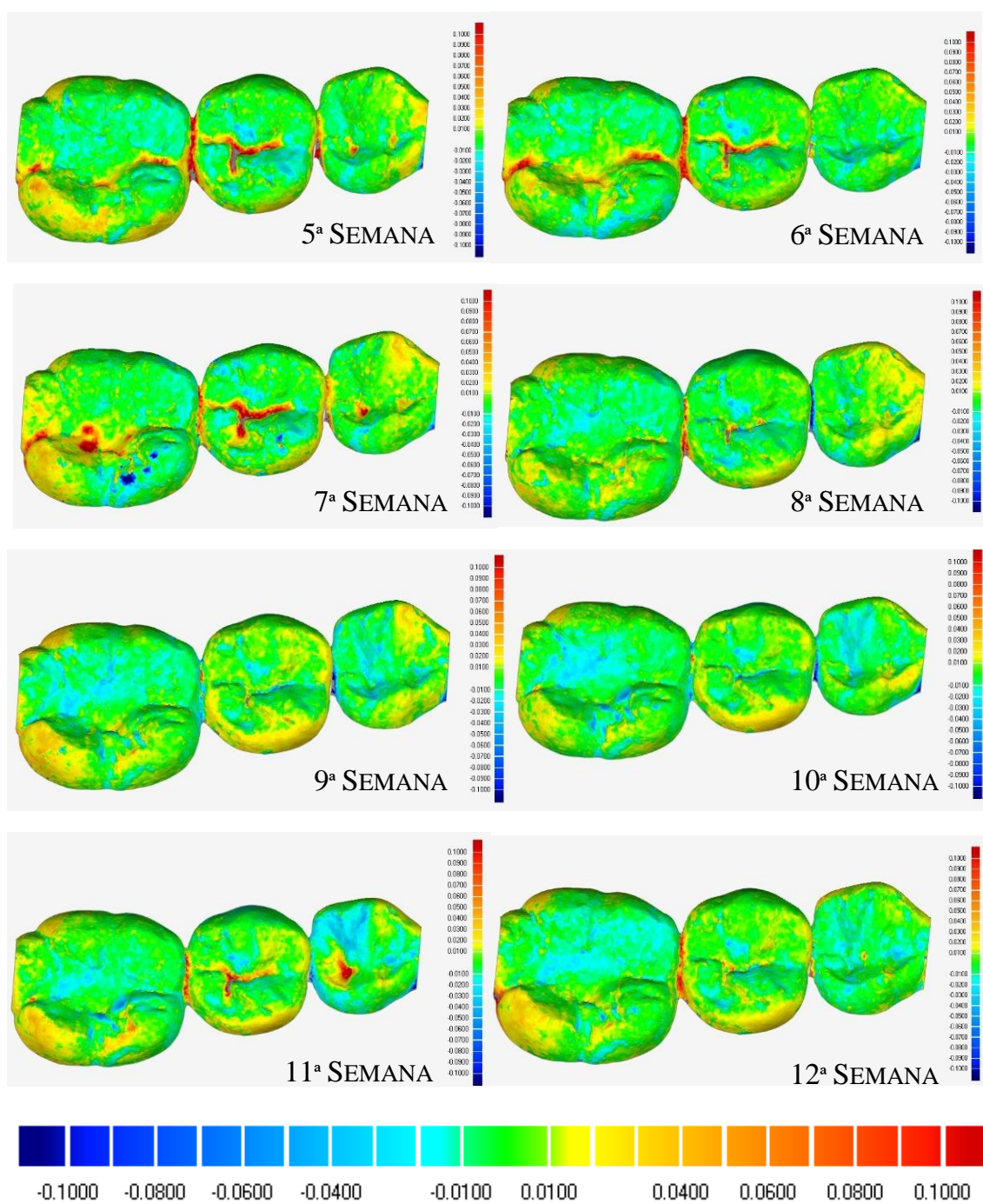


Figura 18 - Evolução das impressões digitais ao longo das semanas de estudo obtidas a partir do 3º quadrante do mesmo paciente e a respectiva escala utilizada, em mm.



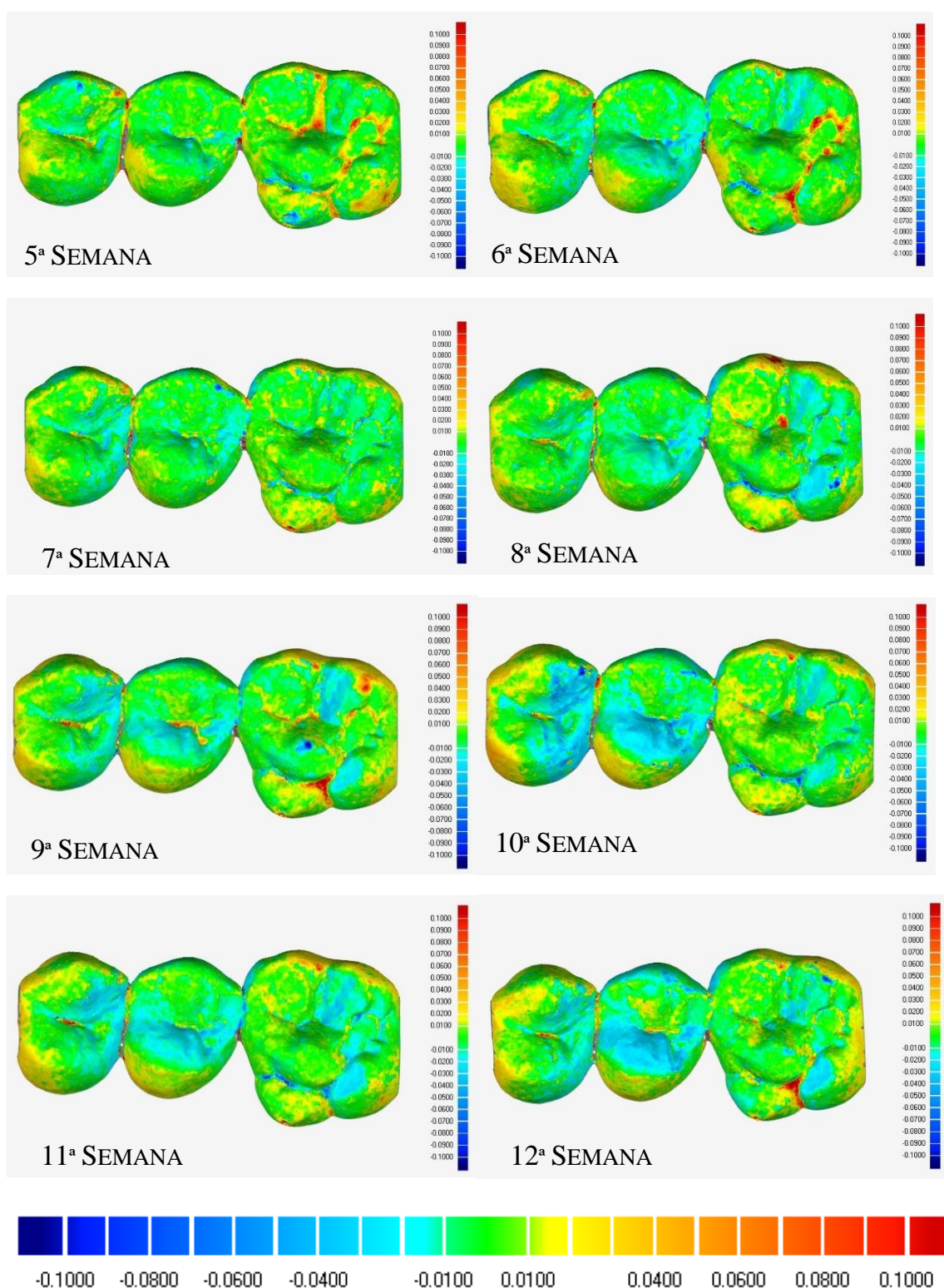


Figura 19 - Evolução das impressões digitais ao longo das semanas de estudo obtidas a partir do 2º quadrante do mesmo paciente e a respectiva escala utilizada, em mm.

Entre outras causas, o acesso limitado à cavidade oral está descrito na literatura como um possível factor influente na qualidade das impressões digitais (Luthardt, Loosb & Quaas, 2005; Syrek *et al.*, 2010; Flügge *et al.*, 2013, Seelbach *et al.*, 2013).

No sentido de compreender a influência de alguns factores externos na reprodutibilidade das impressões digitais, foi medida a distância interincisal máxima em mm (do bordo incisal superior ao bordo incisal inferior) a cada um dos pacientes da amostra com recurso a uma craveira digital Storm<sup>TM</sup> (Central Tools Inc., Cranston, USA).

## V. Resultados

Com recurso aos valores obtidos através do programa Geomagic Control 2014 (Morrisville, North Carolina, USA) foi criada uma base de dados, a qual foi analisada através do programa estatístico Minitab v.17 para avaliar a precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral 3M™ *True Definition Scanner*.

### Análise Estatística Descritiva

Na presente análise estatística consideraram-se três limites de precisão como resposta:

- +/- 10  $\mu\text{m}$ :
  - Corresponde à percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D com menos de 10  $\mu\text{m}$  de diferença;
- +/- 20  $\mu\text{m}$ :
  - Corresponde à percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D com menos de 20  $\mu\text{m}$  de diferença;
- +/- 30  $\mu\text{m}$ :
  - Corresponde à percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D com menos de 30  $\mu\text{m}$  de diferença.

Como factores de análise foram considerados os cinco seguintes:

- Paciente (9 pacientes)
- Arcada (mandíbula e maxila)
- Quadrante (1º,2º,3º,4º)
- Tempo (1ª-8ª semana)
- Distância interincisal máxima por paciente (mm)

Através da análise tridimensional e exportação dos valores obtidos pelo *software* Geomagic Control 2014 (Morrisville, North Carolina, USA), foi possível aferir os seguintes resultados:

- A percentagem de pontos que se repetem com uma diferença de 10 µm foi de 62%.
- A percentagem de pontos que se repetem com uma diferença de 20 µm foi de 87%.
- A percentagem de pontos que se repetem com uma diferença de 30 µm foi de 94%.

Dado que o tamanho da partícula de pó de dióxido de titânio utilizado para a digitalização intraoral é de 20 µm, foi excluída a opção de realizar a análise comparativa dos dados 3D para a percentagem de pontos que se repetem a menos de 20 µm, uma vez que esta limitação física tem interferência na qualidade dos resultados de repetibilidade. Por este motivo, o limite de precisão +/- 30 µm, percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D com menos de 30 µm de diferença, foi considerado o mais adequado para a discriminação dos factores a estudar.

## **Análise Estatística Inferencial**

Tendo em conta as características das variáveis efectuou-se uma análise estatística inferencial com recurso a testes estatísticos comparativos (ANOVA *one-way*, teste de Mann-Whitney, ANOVA *two-way* e análise de regressão).

Fixou-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância de 5%, ( $\alpha \leq 0,05$ ).

### **1. Análise do factor paciente**

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas nos valores médios da percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D, em função dos pacientes em que foram efectuadas as avaliações ( $p < 0,001$ , ANOVA *one-way*) (Tabela 6).

Paciente	Média	Desvio Padrão	Sig.
1	89,419	4,837	$p < 0,001$
2	90,554	7,148	
3	94,640	2,897	
4	90,426	7,309	
5	94,583	3,412	
6	93,918	2,664	
7	93,407	2,356	
8	90,954	6,050	
9	95,752	1,679	

Tabela 6 - Teste ANOVA *one-way*

No Gráfico 1 pode ser observada a distribuição por paciente dos valores médios obtidos em percentagem.

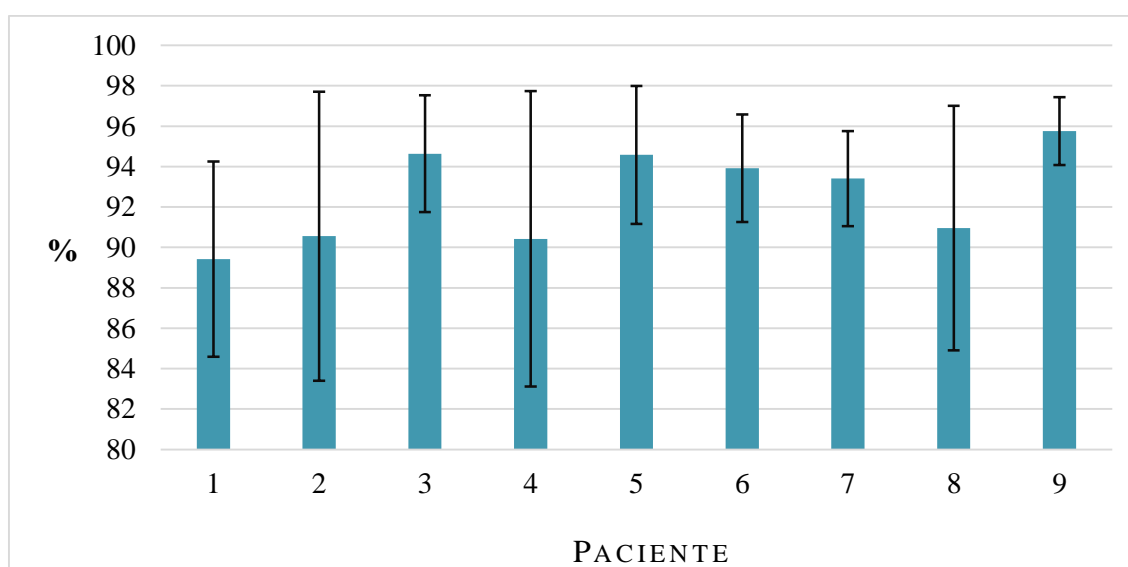


Gráfico 1 - Distribuição dos valores médios por paciente (%)

## 2. Análise do factor arcada

Com recurso a um teste de Mann-Whitney, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas face ao factor arcada ( $p < 0,001$ ) (Tabela 7).

Arcada	Mediana	Sig.
Mandíbula	91,45	$p < 0,001$
Maxila	95,96	

Tabela 7 - Teste de Mann-Whitney

### 3. Análise do factor quadrante

Recorreu-se a um teste ANOVA *one-way* para ajudar a discriminar a existência ou não de diferenças significativas nos valores médios da percentagem de pontos que se repetem na comparação 3D. Concluiu-se que, para o factor quadrante, as diferenças são estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ) (Tabela 8).

Quadrante	Média	Desvio Padrão	Sig.
1	95,687	2,142	$p < 0,001$
2	94,319	3,731	
3	91,403	4,477	
4	89,103	6,423	

Tabela 8 - Teste ANOVA *one-way*

No Gráfico 2 pode ser observada a distribuição por quadrante dos valores médios obtidos em percentagem.

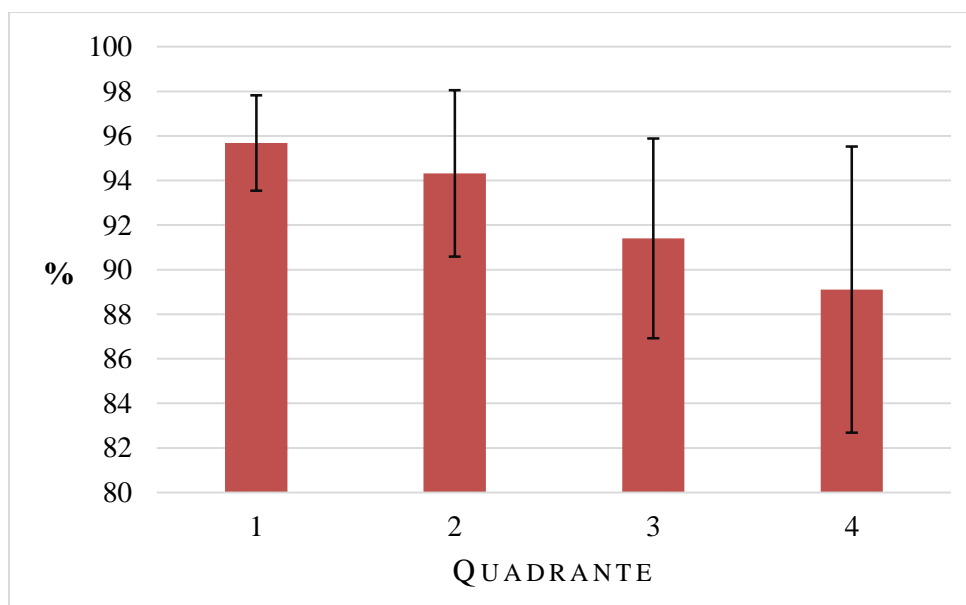


Gráfico 2 - Distribuição dos valores médios por quadrante (%)

#### 4. Análise do factor tempo

Através da realização de um teste ANOVA *one-way*, concluiu-se que o factor tempo (semana) não é um factor influente, visto que não são identificadas diferenças estatisticamente significativas para os valores médios de percentagem observados ( $p > 0,05$ ) (Tabela 9).

Semana	Média	Desvio Padrão	Sig.
1	93,063	4,590	$p = 0,835$
2	93,732	4,089	
3	92,833	5,058	
4	92,733	4,313	
5	92,391	5,874	
6	92,401	5,192	
7	91,762	5,712	
8	92,109	6,081	

Tabela 9 - Teste ANOVA one-way

No Gráfico 3 pode ser observada a distribuição por tempo dos valores médios obtidos em percentagem.

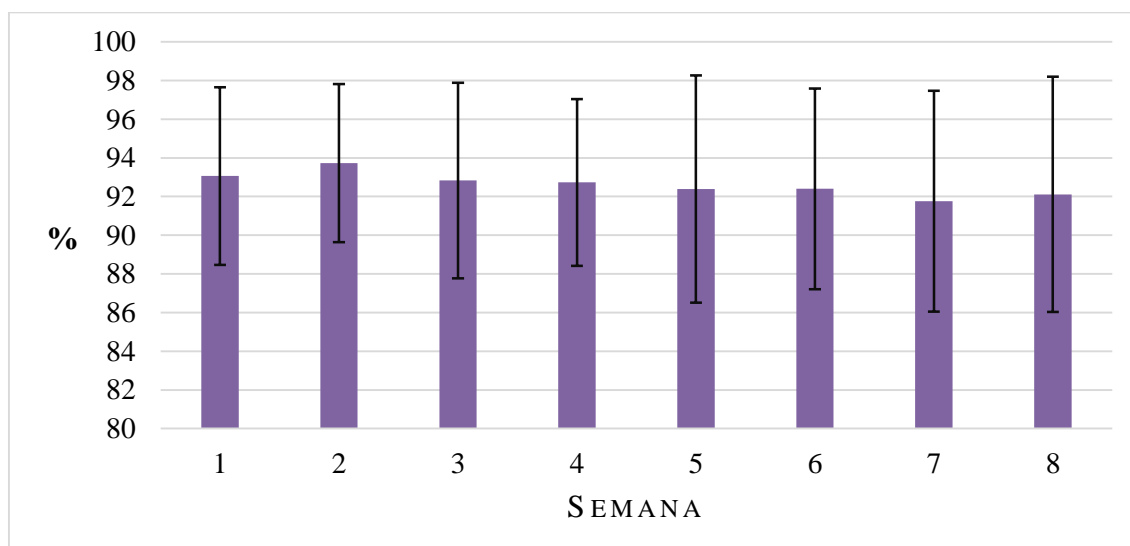


Gráfico 3 - Distribuição dos valores médios por semana (%)

## 5. Análise do factor distância interincisal máxima

Utilizando um teste ANOVA *one-way*, foram analisados os valores de distância interincisal máxima. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas para os valores médios de percentagem observados ( $p < 0,001$ ) (Tabela 10).

Distância interincisal máxima (mm)	Média	Desvio Padrão	Sig.
37	94,640	2,897	$p < 0,001$
38	93,732	6,050	
46*	92,833	5,472	
47	92,733	1,679	
48	92,391	7,309	
50*	92,401	4,900	
55	92,109	2,664	

\*n=64

Tabela 10 - Teste ANOVA *one-way*

No gráfico 4 pode ser observada a distribuição da distância interincisal máxima dos valores médios obtidos em percentagem.

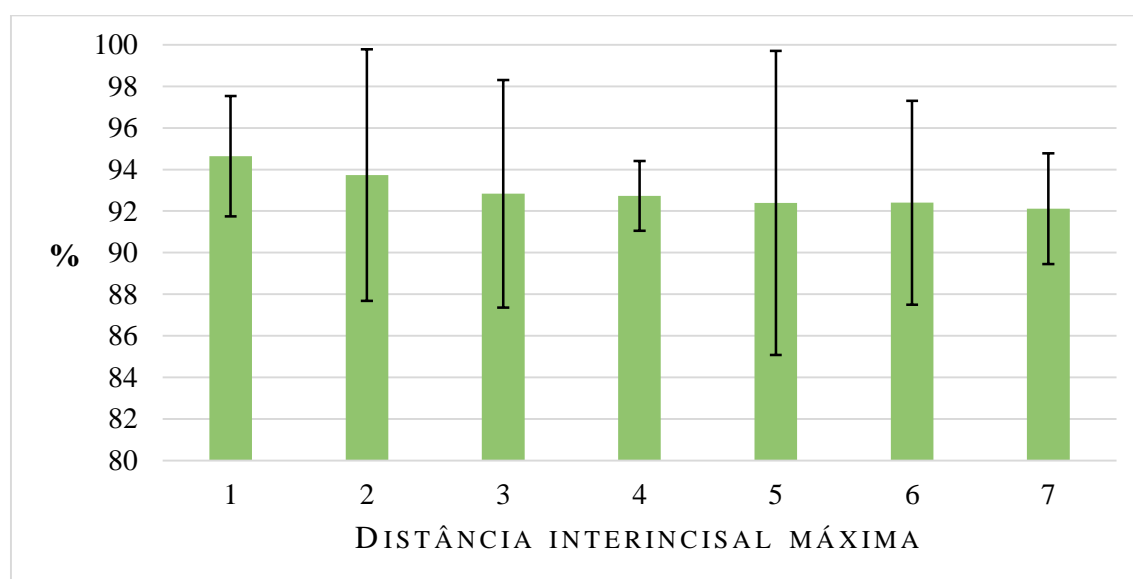


Gráfico 4 - Distribuição dos valores médios da distância interincisal máxima (%)



No sentido de aferir a existência de um padrão entre a distância interincisal máxima e a repetibilidade foi realizada uma verificação adicional através de uma análise de regressão. Concluiu-se que não existe uma relação funcional entre ambos ( $R^2=0\%$ ) (Tabela 11).

Regression Analysis: +/- 30um versus Distance (mm)					
The regression equation is					
+/- 30um = 92,5 + 0,0023 Distance (mm)					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	92,522	2,617	35,35	0,000	
Distance (mm)	0,00229	0,05611	0,04	0,967	
S = 5,13761    R-Sq = 0,0%    R-Sq(adj) = 0,0%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,04	0,04	0,00	0,967
Residual Error	286	7548,99	26,40		
Total	287	7549,03			

Tabela 11 - Análise de regressão

## 6. Análise da interação dos factores arcada e paciente

De acordo com os resultados obtidos, os factores paciente e arcada demonstraram influência sobre a repetibilidade. Por esta razão, utilizou-se um teste ANOVA *two-way* para analisar a possível interação dos dois factores. Concluiu-se que os dois factores explicam 52% da variabilidade observada (Tabela 12). Desta forma é possível concluir que, para além do factor paciente, por si só, influenciar a repetibilidade ( $p < 0,001$ ), assim como o factor arcada ( $p < 0,001$ ), também o efeito de interação entre ambos é significativo nos valores de repetibilidade observados ( $p < 0,001$ ).

Two-way ANOVA: +/- 30um versus Patient; Jaw					
Source	DF	SS	MS	F	P
Patient	8	1348,92	168,61	12,53	0,000
Jaw	1	1624,84	1624,84	120,77	0,000
Interaction	8	942,60	117,82	8,76	0,000
Error	270	3632,67	13,45		
Total	287	7549,03			
S = 3,668    R-Sq = 51,88%    R-Sq(adj) = 48,85%					

Tabela 12 - Teste ANOVA *two-way*

Tendo em conta os resultados obtidos, efectuou-se uma segunda avaliação, com recurso a um novo modelo de previsão, substituindo o factor arcada pelo factor quadrante. Com esta abordagem, a qualidade do modelo melhora, explicando os dois factores (paciente e quadrante) 77% da variabilidade observada (Tabela 13).

Two-way ANOVA: +/- 30um versus Patient; Quadrant					
Source	DF	SS	MS	F	P
Patient	8	1348,92	168,615	24,54	0,000
Quadrant	3	1882,73	627,578	91,34	0,000
Interaction	24	2585,96	107,748	15,68	0,000
Error	252	1731,42	6,871		
Total	287	7549,03			
S = 2,621    R-Sq = 77,06%    R-Sq(adj) = 73,88%					

Tabela 13 - Teste ANOVA *two-way*

## VI. Discussão

A aquisição de uma impressão exacta e a transferência da situação intraoral para o laboratório são passos críticos no fabrico de restaurações dentárias precisas (Güth *et al.* 2013; Lee, Betensky, Gianneschi & Gallucci, 2014).

O principal objectivo deste estudo foi avaliar clinicamente a precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral, 3M *True Definition Scanner*, através da realização de impressões digitais semanais a uma amostra de 9 pacientes, durante um período de 12 semanas. As impressões foram efectuadas aos quatro quadrantes segundo o protocolo estabelecido e anteriormente descrito.

Após a conversão das impressões para arquivos sob o formato STL, as mesmas foram importadas para um *software* de inspecção apropriado para que as discrepâncias entre duas imagens tridimensionais pudessem ser analisadas por sobreposição (Güth *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2014).

Tal como Güth *et al.* (2013), também na presente investigação se utilizou o *software* Geomagic (Morrisville, North Carolina, USA) como programa de análise tridimensional.

Para assegurar uma sobreposição precisa, as imagens foram circunscritas apenas à área de interesse para a análise. Desta forma, todos os artefactos e áreas não relevantes foram eliminados, como referem diversos autores (Güth *et al.*, 2013 e Seelbach *et al.*, 2013). Após a obtenção e importação das imagens, estas foram cortadas segundo planos de modo a eliminar os tecidos moles e a delimitar apenas a área de análise a 3 dentes, desde a face mesial do 1º pré-molar à face distal do 1º molar.

Cada uma das imagens foi posteriormente sobreposta com a imagem de referência (REF), definida na presente investigação como a impressão correspondente à 4ª semana do estudo (Güth *et al.*, 2013).

A maioria dos estudos realizados nesta área, reconhece o recurso a algoritmos *best-fit*, para o alinhamento de imagens digitais e posterior comparação tridimensional das mesmas, como o melhor método para investigar a precisão das impressões digitais (Luthardt *et al.*, 2005; Ender, Mehl, Mörmann & Attin, 2009; Ender & Mehl, 2011; Güth *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2014). Assim sendo, e no presente estudo, as imagens

tridimensionais obtidas foram comparadas duas a duas recorrendo igualmente ao algoritmo *best-fit* para posterior comparação 3D com visualização colorimétrica.

Para uma posterior avaliação e análise estatística, a medição das discrepâncias entre a imagem de referência e as restantes deverá ser exportada (Güth *et al.*, 2013).

Através de uma interpretação qualitativa das imagens obtidas pela análise tridimensional com o programa Geomagic Control 2014, foi possível identificar os sulcos como áreas de maiores discrepâncias, muito provavelmente pela acumulação de saliva ou de pó de dióxido de titânio.

Também as regiões interproximais foram áreas identificadas como alvo de maiores discrepâncias, tal como se verificou no estudo de Flügge *et al.* 2013 onde se identificaram discrepâncias acima da média nos espaços interdentários.

Todos os pacientes apresentaram reprodutibilidade idêntica no decorrer do tempo, pelo que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles. Desta forma, foi possível aferir a excelente reprodutibilidade demonstrada pelo 3M™ *True Definition Scanner* no decurso do tempo do estudo, oito semanas, e entre os quatro quadrantes analisados em cada um dos 9 pacientes da amostra.

Estudos de Tinschert, Natt, Mautsch, Spiekermann e Anusavice (2000) e de Reich, Wichmann, Nkenke e Proeschel (2005) sobre a precisão de impressões digitais têm relatado a aplicabilidade deste método para situações clínicas.

Reconhecendo as limitações dos seus estudos *in vitro*, também Ender & Mehl (2011), Güth *et al.* (2013) e Seelbach *et al.* (2013) admitem ser seguro afirmar que os sistemas de digitalização podem ser vistos como uma alternativa às técnicas de impressão convencional na prática clínica diária, por apresentarem valores de precisão idênticos ou melhores quando comparados com métodos convencionais de impressão.

No entanto, um estudo conduzido por Ender e Mehl (2013), envolvendo impressões de arcada completa, demonstrou uma precisão mais elevada por parte das impressões convencionais do que a obtida pelo método digital.

Apesar de vários estudos *in vitro* avaliando a precisão dos sistemas digitalização terem sido conduzidos até à data, poucos foram os estudos realizados e documentados sob

condições intraorais que possam aferir se os resultados obtidos em testes laboratoriais reflectem a situação clínica (Flügge *et al.*, 2013; Seelbach *et al.*, 2013).

Contrariamente ao estudo conduzido por Flügge *et al.* (2013), onde as discrepâncias encontradas na mandíbula foram significativamente inferiores às discrepâncias ocorridas na maxila, no presente estudo, a reprodutibilidade foi superior na maxila em relação à mandíbula, sendo estas diferenças estatisticamente significativas.

A explicação para este fenómeno poderá ter por base a saliva presente na mandíbula (é evidente nas imagens analisadas que os sulcos mandibulares apresentam discrepâncias mais elevadas) e as dificuldades acrescidas no isolamento, pela presença da língua. Ao analisar por quadrantes as diferenças acentuaram-se, confirmando que o 1º e 2º quadrantes demonstram melhor repetibilidade do que o 3º e 4º quadrantes.

Diversos autores reconhecem como fontes de erro clínico e factores responsáveis pelas discrepâncias encontradas, o fluxo salivar, os movimentos do paciente e das mãos do operador, as condições de humidade intraoral e a acessibilidade da câmara intraoral, especialmente à região retromolar, em pacientes com limitação da abertura bucal ou com o ramo ascendente da mandíbula situado numa região mais anterior junto à face vestibular do último molar (Luthardt *et al.*, 2005; Syrek *et al.*, 2010; Flügge *et al.*, 2013; Patzelt *et al.*, 2013; Seelbach *et al.*, 2013).

No estudo apresentado, não foi observada qualquer influência ou relação lógica entre a distância interincisal máxima e a reprodutibilidade. No entanto, mais estudos discriminando outros factores e características do próprio paciente deverão ser analisados. Outro factor que influencia a qualidade da digitalização intraoral é representado pela reflexão da luz sobre as superfícies dentárias e pelo seu efeito de penetração, o que pode ser evitado através da aplicação de um revestimento em pó sobre essas superfícies (Luthardt *et al.*, 2005).

No estudo de Patzelt *et al.*, 2013, a análise visual dos dados obtidos revelou discrepâncias nas áreas mais posteriores da impressão. É possível que diferenças encontradas possam ter origem em erros relacionados com a tecnologia óptica, tais como o desenvolvimento de processos incorrectos de união das imagens pelo próprio *software* ou o somatório dos erros dos dados adquiridos durante o processamento. Igualmente Ender & Mehl (2013), relataram resultados similares de maiores desvios em áreas posteriores devido a erros no

processamento do *software*. As causas para o aparecimento de artefactos ópticos ambíguos, encontradas na impressão, não foram identificadas. No entanto, é possível assumir a reflexão óptica como uma possível causa para estes artefactos.

Nas impressões digitais, as elevadas discrepâncias encontradas na região dos molares inferem a grande influência dos factores relacionados com o paciente na qualidade da digitalização (Flügge *et al.*, 2013).

Meyer, Mörmann e Lutz (1990), referem que a utilização de pó de dióxido de titânio utilizada por alguns sistemas digitais sobre as superfícies dentárias limita a sua praticabilidade e precisão visto que pode adicionar erros de medição. No entanto, segundo Kurbad (2000), a sua utilização torna a superfície de reflexão mais uniforme o que aumenta a qualidade das impressões digitais.

Segundo um estudo desenvolvido por Dehurtevent, Robberecht e Béhin (2014), médicos dentistas mais experientes produzem camadas de pó de dióxido de titânio mais homogéneas e finas que médicos dentistas com menos experiência.

É importante referir que a presente investigação foi alvo de algumas limitações clínicas e de análise, pelo que os resultados obtidos poderão apresentar alguma variabilidade que não possa ser justificada.

## VII. Conclusões

Dentro das limitações deste estudo *in vivo* e de acordo com os dados obtidos é possível concluir que:

1. O 3M™ *True Definition Scanner* demonstrou uma reprodutibilidade extremamente elevada no decurso do tempo, onde 94% dos pontos se repetiu na comparação tridimensional com menos de 30 µm de diferença;
2. A maxila apresentou melhores resultados de precisão que a mandíbula;
3. O paciente representa um dos factores que explica a variabilidade encontrada, embora não tenha sido possível discriminar as características responsáveis pela mesma;
4. A distância interincisal máxima não influenciou a reprodutibilidade;
5. Mais de 77% da variabilidade observada é explicada pela combinação dos factores quadrante e paciente.

Desta forma, a hipótese nula deve ser rejeitada, uma vez que o 3M™ *True Definition Scanner* tem precisão e reprodutibilidade suficiente para ser aplicado clinicamente.

Após a conclusão desta investigação, verificamos que, atendendo ao facto de se tratar de um estudo sob condições clínicas, foram obtidos valores de precisão e reprodutibilidade bastante promissores no que diz respeito ao sistema de digitalização intraoral utilizado, o 3M™ *True Definition Scanner*.

Com o desenvolvimento exponencial da tecnologia ao serviço da medicina dentária, é fundamental a cooperação de todas empresas, no sentido de contribuir para o aperfeiçoamento das técnicas actuais e inovar no mercado emergente.

## **Relevância Clínica**

O aparecimento dos sistemas de impressão digital veio revolucionar a forma como as impressões eram vistas até à data. No entanto, a familiaridade do médico dentista com os materiais de impressão convencional, a simplicidade da sua técnica e os bons resultados de precisão relatados por estes constituem obstáculos à introdução e difusão dos *scanners* intraorais.

Actualmente são conhecidas inúmeras vantagens da técnica de impressão digital em relação ao método convencional, pelo que, a obtenção de valores de precisão e reprodutibilidade aceitáveis clinicamente pelo 3M<sup>TM</sup> *True Definition Scanner*, poderá contribuir para difundir e desmistificar o uso dos sistemas de digitalização intraoral na prática médico-dentária.

Com o crescente conhecimento e preocupação por parte dos pacientes com o seu tratamento e com a sua familiarização com o mundo digital, são evidentes os benefícios que a popularização destes sistemas trará na relação e comunicação entre o médico-dentista e o seu paciente.

A presente investigação reconhece ainda alguns dos factores responsáveis pela variabilidade observada. Uma vez comprovada a diferença entre as duas arcadas, foram sugeridas a acumulação de saliva e as dificuldades de isolamento pela presença da língua na arcada inferior, como possíveis causas para a obtenção de piores resultados. Desta forma, a existência de um protocolo mais rigoroso de isolamento em particular na mandíbula, poderá contribuir para melhorias significativas na precisão das impressões digitais.



## Perspectivas Futuras

No que diz respeito a estudos *in vivo* sobre a precisão e reprodutibilidade apresentada pelos *scanners* intraorais, a literatura disponível é bastante escassa. Embora tenham sido publicados nos últimos anos vários estudos *in vitro*, a mimetização das condições clínicas não é de todo possível e muito provavelmente diferentes resultados serão obtidos aquando da mudança dessas condições. Um maior desenvolvimento de estudos nesta área poderá permitir uma mudança de paradigma na forma como as impressões são realizadas em medicina dentária nos dias de hoje.

Estudos futuros deveriam:

- Avaliar a precisão e reprodutibilidade do 3M™ *True Definition Scanner* obtidas em digitalizações de arcada completa;
- Analisar clinicamente a precisão e a reprodutibilidade de outros *scanners* intraorais mediante condições idênticas às do presente estudo tornando-os comparáveis;
- Discriminar outros factores responsáveis pela variabilidade das impressões digitais, partindo do pressuposto que a arcada e o paciente são dois deles;
- Explorar, dentro do factor paciente, quais as características responsáveis pela menor repetibilidade em alguns deles, investigando o fluxo salivar, a morfologia e o desenvolvimento da musculatura;
- Comparar a precisão obtida pelo 3M™ *True Definition Scanner* com a precisão de vários materiais de impressão convencional;
- Estudar as impressões digitais segundo todo processo de fabrico, desde a preparação à restauração final no que diz respeito ao rigor e à precisão.

## VIII. Bibliografia

- Akyalcin, S. (2011). Are digital models replacing plaster casts?. *Dentistry*, 1(2): e102.
- Alhourri, N., McCord, J. F. e Smith, P. W. (2004). The quality of dental casts used in crown and bridgework. *British dental journal*, 197(5), 261-264.
- Birnbaum, N.S. e Aaronson, H.B. (2008). Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compendium of continuing education in dentistry*, 29(8), 494-496.
- Birnbaum, N.S., Aaronson, H.B., Stevens, C. e Cohen, B. (2009) 3D Digital scanners: A high-tech approach to more accurate dental impressions. *Inside Dentistry*, 5(4), 70-74.
- Burgess, J. O., Lawson, N. C. e Robles, A. (2013). Comparing digital and conventional impressions: assessing the accuracy, efficiency, and value of today's systems. *Inside Dentistry*, 9(11), 68-74.
- Cardelli, P., Scotti, R. e Monaco, C. (2011). Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *Journal of dentistry*.
- Chen, S. Y., Liang, W. M. e Chen, F. N. (2004). Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *Journal of dentistry*, 32(8), 603-609.
- Christensen, G.J. (2008a). The challenge to conventional impressions. *Journal of the American Dental Association*, 139(3), 347-349.
- Christensen, G.J. (2008b). Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions?. *Journal of the American Dental Association*, 139(6), 761-763.
- Christensen, G.J. (2009) Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *Journal of the American Dental Association*, 140(10), 1301–1304.
- Correia, A. R. M., Fernandes, J. C. A. S., Cardoso, J. A. P. e Silva, C. F. C. L. (2006). CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia da UNESP*, 35(2), 183-189.

- Craig, R. G., Urquiola, N. J. e Liu, C. C. (1990). Comparison of commercial elastomeric impression materials. *Operative dentistry*, 15(3), 94-104.
- Dehurtevent, M., Robberecht, L., & Béhin, P. (2014). Influence of dentist experience with scan spray systems used in direct CAD/CAM impressions. *The Journal of prosthetic dentistry*. (in press).
- Ender, A. e Mehl, A. (2011). Full arch scans: conventional versus digital impressions – an in-vitro study. *International journal of computerized dentistry*, 14, 11-21.
- Ender, A. e Mehl, A. (2013). Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *The Journal of prosthetic dentistry*, 109(2), 121-128.
- Federick, D. R. e Caputo, A. (1997). Comparing the accuracy of reversible hydrocolloid and elastomeric impression materials. *Journal of the American Dental Association*, 128(2), 183-188.
- Flügge, T. V., Schlager, S., Nelson, K., Nahles, S. e Metzger, M. C. (2013). Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(3), 471-478.
- Galhano, G. Á., Pellizzer, E. P. e Mazaro, J. V. (2012). Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(6), 575-579.
- Glenner, R. A. (1997). Dental impressions. *Journal of the History of Dentistry*, 45(3), 127-130.
- Güth, J.F., Beuer, F., Brandl, S., Ramberger M., Schweiger, J. e Edelhoff, D. (2010) Computer Aided Impressioning - The future of impression taking?. *Digital Dental News*, 4, 26-38.
- Güth, J. F., Keul, C., Stimmelmayer, M., Beuer, F. e Edelhoff, D. (2013). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical oral investigations*, 17(4), 1201-1208.
- Hickel, R., Dash, W., Mehl, A. e Kremers, L. (1997). CAD/CAM – Filling of the future?. *International Dental Journal*, 47, 247-258.

- Imbery, T. A., Nehring, J., Janus, C. e Moon, P. C. (2010). Accuracy and dimensional stability of extended-pour and conventional alginate impression materials. *Journal of American Dent Association*, 141(1), 32-39.
- Jacobson, B. (2007). Taking the headache out of impressions. *Dentistry today*, 26(9), 74-76.
- Kalová, I. e Lisztwan, M. (2006). Industrial applications of triangulation technique. In *Proceedings of IFAC workshop on programmable devices and embedded systems–PdeS, Brno: Brno University of Technology*.
- Kurbad, A. (2000). The optical conditioning of Cerec preparations with scan spray. *International Journal of Computerized Dentistry*, 3, 269–279
- Lee, S. J. e Gallucci, G. O. (2013). Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clinical oral implants research*, 24(1), 111-115.
- Lee, S. J., Betensky, R. A., Gianneschi, G. E. e Gallucci, G. O. (2014). Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clinical oral implants research*, 00, 1-5.
- Lin, C. C., Ziebert, G. J., Donegan, S. J. e Dhuru, V. B. (1988). Accuracy of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. *The Journal of prosthetic dentistry*, 59(3), 288-291.
- Logozzo, S., Franceschini, G., Kilpelä, A., Caponi, L., Governi, L. e Blois, L. (2008). A comparative analysis of intraoral 3D digital scanners for restorative dentistry. *Internet Journal of Medical Technology*, 5(1).
- Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A. e Mäkynen, A. (2013). Recent advances in dental optics–Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203-221.
- Luthardt, R. G., Loosb, R. e Quaas, S. (2005). Accuracy of Intraoral Data Acquisition in Comparison to the Conventional Impression Genauigkeit intraoraler Datenerfassung im Vergleich zur konventionellen. *International Journal of computerized dentistry*, 8, 283-294.
- Mehl, A., Ender, A., Mörmann, W. e Attin, T. H. (2009). Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *International journal of computerized dentistry*, 12(1), 11-28.

- Meyer, B. J., Mörmann, W. H. e Lutz, F. (1990). Optimization of the powder application in the Cerec method with environment-friendly propellant systems. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 100(12), 1462-1468.
- Patzelt, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R. e Att, W. (2013). Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical oral investigations*, 1-8.
- Patzelt, S. B., Lamprinos, C., Stampf, S. e Att, W. (2014). The time efficiency of intraoral scanners: An in vitro comparative study. *Journal of the American Dental Association*, 145(6), 542-551.
- Pawley, J. B. (2006). *Handbook of Biological Confocal Microscopy*, 3ª edição. New York, USA: Springer Science.
- Peluso, M.J., Josell, S.D., Levine, S.W. e Lorei, B. J. (2004). Digital models: an introduction. *Seminars in Orthodontics*, 10(3), 226-238.
- Peutzfeldt, A. e Asmussen, E. (1989). Accuracy of alginate and elastomeric impression materials. *European Journal of Oral Sciences*, 97(4), 375-379.
- Polido, W.D. (2010). Digital impressions and handling of digital models: The future of Dentistry. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15(5), 18-22.
- Poticny, D. J. e Klim, J. (2010). CAD/CAM in-office technology: innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes. *Journal of the American Dental Association*, 141, 5S-9S.
- Radz, G.M. (2009). Making an impression while taking an impression. *Catalyst Magazine*, (2), 39-40.
- Reich, S., Wichmann, M., Nkenke, E. e Proeschel, P. (2005). Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *European journal of oral sciences*, 113(2), 174-179.
- Redmond, W.R., Vasudavan S., Sullivan S.R. e Sonis A.L. (2010). Comparison of intraoral 3D scanning and conventional impressions for fabrication of orthodontic retainers. *Journal of Clinical Orthodontics*, 44, 495-497.
- Ritter, R.G. (2014). Digital scanning in the everyday general practice: intraoral scanners are a key component of today's digital workflow. *Inside Dentistry*, 10(8), 82-84.

- Seelbach, P., Brueckel, C. e Wöstmann, B. (2013). Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical oral investigations*, 17(7), 1759-1764.
- Sharma, S., Agarwal, S., Sharma, D., Kumar, S. e Glodha, N. (2014). Impression; Digital vs Conventional: A review. *Annals of Dental Specialty*, 2(1), 9-10.
- Syrek, A., Reich, G., Ranftl, D., Klein, C., Cerny, B. e Brodesser, J. (2010). Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of dentistry*, 38(7), 553-559.
- Ting-shu, S. e Jian, S. (2014). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*, (in press).
- Tinschert, J., Natt, G., Mautsch, W., Spiekermann, H. e Anusavice, K. J. (2000). Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Operative dentistry*, 26(4), 367-374.
- The Glossary of Prosthodontic Terms. (2005). *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(1), 10-92.
- 3M™ True Definition Scanner: The future of impressioning technology. (2012). *Compendium*, 33(9), 694.
- Uzun, G. (2008). An Overview of dental CAD/CAM systems. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 22(1), 530-535.
- Várady, T., Martin, R. R. e Cox, J. (1997). Reverse engineering of geometric models—an introduction. *Computer-Aided Design*, 29(4), 255-268.
- Wismeijer, D., Mans, R., van Genuchten, M. e Reijers, H. A. (2013). Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (intraoral scan) of dental implants. *Clinical oral implants research*, 1-6.
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R. e Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC oral health*, 14(1), 10.

## IX. Anexos

### Anexo I – Parecer da Comissão de Ética do ISCSEM.

28



Ex.ma Senhora  
**Joana Tavares Martins**

Monte de Caparica, 24 de março de 2014

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "*Análise da precisão e reprodutibilidade de um scanner intraoral (True Definition Scanner) – Estudo Clínico*", foi aprovado por unanimidade.

Queira aceitar os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

c.c. – Prof. Doutor José João Mendes

---

EGAS MONIZ – COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR, CRL  
Campus Universitário – Quinta da Granja – Monte de Caparica  
2829-511 Caparica

## Anexo II. Informação ao doente

### AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO CLÍNICA DE UM SCANNER INTRAORAL

Caro colega, está a ser convidado para participar num projeto de pesquisa com a aprovação da Comissão Científica do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM), Monte da Caparica, Portugal. A informação que lhe será transmitida permitirá que a sua decisão, em participar ou não participar, seja devidamente documentada.

1. Este estudo vai avaliar um *Scanner* Intraoral que oferece uma tecnologia poderosa de digitalização nas três dimensões (3-D) baseado em vídeo e oferece digitalização de precisão, fiabilidade e repetibilidade para a tomada de impressões digitais.
2. A tecnologia está contida numa pequena peça de mão ergonómica conectada através de um cabo flexível a um computador com apoio de um monitor plano *touchscreen*. Esta peça de mão contém um sistema óptico constituído por várias lentes e células LED azuis, e permite obter em tempo real uma sequência de vídeo dos seus dentes e arcadas dentárias.
3. O processo de digitalização pode ser concluído até 7 minutos por arcada.
4. Este sistema óptico exige que os dentes sejam completamente revestidos com uma fina camada de pó de óxido de titânio.
5. Este tipo de dispositivo **não** é experimental; pelo contrário, qualquer dentista o pode adquirir e usar no seu consultório.
6. Não representa qualquer perigo à sua integridade física ou mental.
7. Em cada uma das suas visitas poderá ser necessário executar uma digitalização.
8. Todas as informações serão mantidas confidenciais.
9. Tem a liberdade de desistir deste estudo sem qualquer pergunta.
10. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do ISCSEM e não traz quaisquer efeitos negativos para si como paciente. O objetivo do estudo é avaliar o grau de precisão da informação obtida com o *Scanner*.

Depois de ler e de escutar estas condições, e depois de me serem esclarecidas todas as minhas dúvidas, eu concordo em participar no estudo e autorizar que os dados obtidos com o *Scanner* Intraoral possam ser usados, analisados e processados para fins académicos e científicos.



### Anexo III. Consentimento Informado



#### Consentimento Informado

Código | IMP:EM.PE.17\_02

Monte de Caparica, 24 de Fevereiro de 2014

Exmo.(a) Sr.(a),

No âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Dentária na Unidade Curricular de Orientação Tutorial de Projecto Final do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, sob a orientação do Prof. Doutor José João Baltazar Mendes, solicita-se autorização para a participação no estudo "Análise da precisão e reprodutibilidade de um *scanner* intraoral – estudo clínico" a dez colegas do Mestrado Integrado em Medicina Dentária com o objetivo de testar clinicamente o grau de precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral.

A participação neste estudo é voluntária. A sua não participação não lhe trará qualquer prejuízo.

Este estudo pode trazer benefícios tais como contribuir para o desenvolvimento e optimização dos sistemas digitais de impressão na prática clínica diária através da avaliação da precisão e reprodutibilidade do *scanner* intraoral.

A informação recolhida destina-se unicamente a tratamento estatístico e/ou publicação e será tratada pelo(s) orientador(es) e/ou pelos seus mandatados. A sua recolha é anónima e confidencial.

*(Riscar o que não interessa)*

**ACEITO/NÃO ACEITO** participar neste estudo, confirmando que fui esclarecido sobre as condições do mesmo e que não tenho dúvidas.

---

*(Assinatura do participante ou, no caso de menores, do pai/mãe ou tutor legal)*

Anexo IV. Ficha de Registo Individual (página 1)



Ficha de Registo Individual

Nome do paciente: \_\_\_\_\_

Processo clínico nº: \_\_\_\_\_

Data de início do estudo: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Contacto telefónico: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Observações da consulta inicial (hábitos parafuncionais, alteração dos tecidos moles, etc):

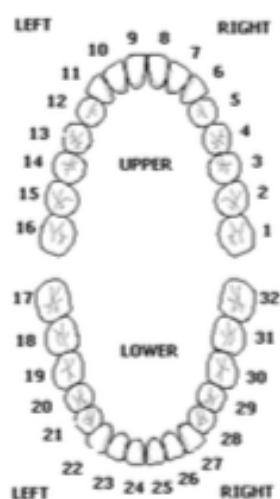
---

---

---

---

# Anexo IV. Ficha de Registo Individual (página 2)



Observações à FDI:

---

---

---

---

---

---

---

---

## CONSULTAS DE REAVALIAÇÃO

Data da 2ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 3ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 4ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 5ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Anexo IV. Ficha de Registo Individual (página 3)

Data da 6ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 7ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 8ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 9ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 10ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 11ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---

Data da 12ª impressão digital: \_\_\_\_\_

Dados/alterações relevantes :

---

---